

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный государственный университет путей сообщения»
ДВГУПС

На правах рукописи

Гарлицкий Евгений Игоревич

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ**

05.22.08 – Управление процессами перевозок

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель
кандидат технических наук, доцент
Телегина Вера Александровна

Хабаровск – 2014

СОДЕРЖАНИЕ

	стр
ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ	
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТАНЦИИ ПРИМЫКАНИЯ И ПУТЕЙ НЕОБЩЕГО	
ПОЛЬЗОВАНИЯ.....	11
1.1 Значение путей необщего пользования в транспортном процессе.....	11
1.1.1 Классификация путей необщего пользования.....	11
1.1.2 Значение путей необщего пользования.....	14
1.1.3 Актуальные проблемы взаимодействия транспорта общего и необщего	
пользования.....	18
1.2 Обзор научных исследований по вопросам координации работы	
промышленного и магистрального железнодорожного транспорта.....	21
1.3 Нормативные документы, регулирующие вопросы взаимодействия	
станции примыкания и путей необщего пользования.....	28
1.4 Показатели функционирования системы «станция примыкания –	
железнодорожные пути необщего пользования».....	33
1.4.1 Показатели функционирования транспортных систем.....	33
1.4.2 Оборот вагона как интегрированный показатель.....	36
Выводы по главе 1	38
ГЛАВА 2 ПРОБЛЕМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТАНЦИЙ ПРИМЫКАНИЯ	
И ПУТЕЙ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ.....	40
2.1 Экспертная оценка проблем взаимодействия.....	40
2.2 Анализ арбитражных дел практики взаимодействия станции примыкания	
и путей необщего пользования.....	42
2.3 Финансовые ущербы в системе «станция примыкания – пути необщего	
пользования».....	44
2.4 Методика расчета договорного времени ожидания подачи и уборки	

вагонов на пути необщего пользования.....	47
Выводы по главе 2.....	53
ГЛАВА 3 ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ СТАНЦИИ ПРИМЫКАНИЯ И ПУТЕЙ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ.....	54
3.1 Технология обслуживания железнодорожных путей необщего пользования.....	54
3.1.1 Технология взаимодействия при обслуживании пути необщего пользования локомотивом перевозчика.....	54
3.1.2 Технология взаимодействия при обслуживании пути необщего пользования локомотивом ветвевладельца.....	59
3.2 Сетевой график обслуживания железнодорожных путей необщего пользования.....	61
Выводы по главе 3.....	65
ГЛАВА 4 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ «СТАНЦИЯ ПРИМЫКАНИЯ – ПУТИ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ».....	66
4.1 Обоснование методов формализации системы «станция примыкания – пути необщего пользования».....	66
4.2 Формализация процессов взаимодействия станции примыкания и путей необщего пользования.....	71
4.2.1 Теория агрегатов как метод формализации процессов.....	71
4.2.2 Математическая модель системы «станция примыкания – пути необщего пользования».....	73
4.2.3 Условные функционалы переходов состояний системы «станция примыкания– пути необщего пользования».....	92
Выводы по главе 4.....	98
ГЛАВА 5 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ ОЧЕРЕДНОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ.....	99

5.1 Критерий выбора оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтов.....	99
5.2 Описание алгоритма выбора оптимальной очередности обслуживания путей необщего пользования.....	101
5.3 Пример выбора оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтов.....	111
5.3.1 Выбор оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтов по критерию минимума вагоно-часов в ожидании подачи.....	111
5.3.2 Выбор оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтов по критерию минимума эксплуатационных затрат с учетом финансовых ущербов.....	117
Выводы по главе 5.....	121
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	122
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	124
Приложение 1 Листинг программы	139
Приложение 2 Арбитражное дело	143
Приложение 3 Акт о внедрении результатов	149

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования обусловлена важностью вопросов взаимодействия железнодорожного транспорта общего и необщего пользования для ускорения грузодвижения и снижения транспортных издержек [67]. На путях необщего пользования зарождается и погашается более 80 % грузопотока, перевозимого магистральным транспортом, а основные фонды промышленного транспорта сопоставимы с основными фондами ОАО «РЖД», при этом магистральный транспорт в основном выполняет перевозки, а промышленный – погрузочно-разгрузочные работы [2].

В сложившихся условиях, когда подвижной состав принадлежит разным собственникам, на сети обращается излишний парк вагонов, а станционных путей недостаточно для их отстоя, наблюдается рост штрафных сумм, выплаченных перевозчиком за несоблюдение договорных условий по перевозкам грузов и эксплуатации путей необщего пользования, значение которых достигло 3 млрд. руб. в 2013 г. [46, 115]. Несогласованность действий участников транспортно-технологического процесса: перевозчика, ветвевладельцев, грузовладельцев, экспедиторов, операторов железнодорожного подвижного состава приводит к возникновению проблем в организации обслуживания путей необщего пользования.

Подтверждением актуальности рассматриваемой проблемы стал транспортный форум «Пути инновационного развития железнодорожного транспорта необщего пользования». На нем обсуждались вопросы совершенствования нормативно-правового и нормативно-технологического регулирования на железнодорожном транспорте необщего пользования, направленные на его инновационное развитие [91]. Вопросы совершенствования взаимодействия железнодорожного транспорта общего и необщего пользования поставлены в таких основополагающих документах российской транспортной

отрасли, как Транспортная стратегия РФ на период до 2020 г. [67], Стратегия развития железнодорожного транспорта в РФ на период до 2030 г. [65], Стратегические направления научно-технического развития ОАО «РЖД» до 2015 г. [105].

С целью решения задачи оптимального управления взаимодействием требуется формализовать технологические процессы, возникающие на стыке железнодорожного транспорта общего и необщего пользования. Формализация процессов в системе «станция примыкания – пути необщего пользования» позволит в оперативном режиме иметь полную информацию о грузовой отправке и на ее основе принимать оптимальное решение по организации обслуживания путей необщего пользования.

Степень научной разработанности темы. Исследование технологии работы путей необщего пользования и станций примыкания нашли отражение в работах следующих ученых: В. Н. Образцова, Г. В. Ферапонтова, В. В. Повороженко, А. А. Смехова, Х. М. Лазарева, Ф. Т. Мамедова, И. Б. Сотникова, Н. Р. Ющенко, А. В. Комарова, Ф. И. Шаульского, Г. П. Гриневича, В. М. Акулиничева, Н. С. Ускова, Г. С. Баландюка, В. И. Балча, А. Т. Дерибаса, И. И. Кукушкина, А. А. Нечитайло, И. В. Штефко, Ф. П. Кочнева, Ф. И. Карпелевича, В. Н. Иванченко, Н. Н. Лябах, Е. М. Тишкина, В. М. Макарова, Т. В. Бутько, Л. С. Крохина, В. Я. Негрея и ряда других исследователей в области эксплуатации железнодорожного транспорта.

Анализ научных исследований показал, что разработанные модели функционирования системы «станция примыкания – пути необщего пользования» являются сложными для применения и не учитывают такого параметра как возможный ущерб. Ущербом для перевозчика в контексте проведенного исследования будем называть финансовые последствия нарушения договорных отношений по перевозкам грузов и эксплуатации путей необщего пользования, выражающиеся в штрафных санкциях.

В качестве **объекта исследования** выбрано взаимодействие в системе «станция примыкания – пути необщего пользования», **предметом исследования**

является управление маневровым обслуживанием железнодорожных путей необщего пользования.

Целью диссертационного исследования является разработка алгоритма принятия решений по оптимизации маневрового обслуживания грузовых фронтов.

Задачи исследования. В соответствии с поставленной целью основными задачами диссертационного исследования являются:

- анализ проблем и научных исследований в области взаимодействия станций и путей необщего пользования;
- проведение анализа причин претензионных требований, связанных с маневровым обслуживанием путей необщего пользования, и сумм штрафных выплат;
- формализация процессов взаимодействия для построения модели функционирования станции примыкания и путей необщего пользования;
- выработка рекомендаций по определению договорных сроков ожидания обслуживания грузовых фронтов;
- корректировка критерия выбора оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтов;
- разработка алгоритма выбора оптимальной очередности подачи и уборки вагонов с учетом возможного ущерба перевозчика.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- предложено и обосновано использование метода агрегатов для моделирования работы системы «станция примыкания – пути необщего пользования»;
- построена математическая модель функционирования станции примыкания и путей необщего пользования методом агрегативных систем;
- предложен критерий выбора оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтов с учетом возможных штрафных выплат в системе взаимодействия станции примыкания и путей необщего пользования;

- построен алгоритм выбора оптимальной очередности обслуживания путей необщего пользования.

Теоретическая значимость исследования заключается в корректировке критерия выбора оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтов и разработке алгоритма выбора оптимальной очередности обслуживания путей необщего пользования.

Практическая значимость исследования состоит в разработке рекомендаций по расчету договорного времени ожидания подачи и уборки вагонов на пути необщего пользования. Эти рекомендации могут быть использованы как при разработке Единых технологических процессов работы станций и путей необщего пользования, так и при разработке договоров на эксплуатацию путей необщего пользования и договоров на подачу и уборку вагонов. Кроме того, введение возможного ущерба в критерий оптимизации обслуживания путей необщего пользования позволит сократить суммы выплат по штрафным санкциям, что будет способствовать сокращению транспортных затрат.

Методология и методы исследования. Для решения поставленных в диссертационной работе задач использовались теории агрегативных систем, методы экспертных оценок и математического моделирования. Также применены методы исследования информации: анализ и систематизация данных, полученных из литературных источников, периодических аналитических сборников; анализ научных трудов, посвященных аспектам взаимодействия станции примыкания и железнодорожных путей необщего пользования; методы сбора и обработки статистических данных, предоставленных Банком решений арбитражных судов.

Область исследования соответствует направлению «Технология транспортных процессов» по паспорту специальности 05.22.08 – «Управление процессами перевозок»: совершенствование существующих и разработка новых технических и технологических решений в организации.

Согласно общему замыслу, цели и задачам, которые задают содержание и формируют основные направления исследования, **на защиту** выносятся следующие положения:

1. Выявленная закономерность увеличения размеров штрафных сумм, связанных с нарушением перевозчиком условий договора перевозки и договоров на обслуживание путей необщего пользования.

2. Обоснование возможности и целесообразность применения метода агрегатов для описания системы взаимодействия.

3. Целесообразность формирования оптимальной очередности маневрового обслуживания путей необщего пользования по критерию минимума эксплуатационных затрат с учетом возможных штрафных санкций.

4. Рекомендации по определению величины договорного времени ожидания подачи и уборки вагонов на пути необщего пользования локомотивом станции.

Достоверность результатов проведенного исследования обусловлена полным и корректным применением знаний из актуальных направлений исследований, грамотным применением методик моделирования и программирования, а также подтверждается актом внедрения разработанной методики определения договорного времени ожидания обслуживания грузовых фронтов.

Апробация результатов исследования. Материалы исследования докладывались и получили положительную оценку на одном симпозиуме, семи международных, четырех всероссийских научно-практических конференциях:

- XVI краевом конкурсе-конференции молодых ученых и аспирантов (технические науки) «Наука – Хабаровскому краю», Тихоокеанский университет, Хабаровск, 15 января 2014 год;
- Международной научной конференции, г. Штутгарт, Германия, 28-29 октября 2013 г.;
- Международной научно-практической конференции, г. Неопланта, Сербия, 30 декабря 2013 г.;

- Международной научно-практической конференции, г. Одесса, Украина, 17 – 26 декабря 2013 г.;
- Международной научно-практической конференции, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина, 15-16 мая 2014 г.;
- Всероссийской молодежной научно-практической конференции, ДВГУПС, г. Хабаровск, 2013 г.;
- Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, ОМГУПС, г. Омск, 12-13 декабря 2013 г.;
- Всероссийской научно - практической конференции, ВФ МИИТ, г. Воронеж, 22 ноября 2013 г.;
- Международном симпозиуме, РУДН, г. Москва, 15 мая 2014 г.;
- Международной научно-практической конференции, МИИТ, г. Москва, 27-28 мая 2014 г.;
- Международной научно-практической конференции, РГУПС, г. Ростов-на-Дону, 22-25 апреля 2014 г.
- Международной научно-практической конференции «Современные аспекты транспортной логистики», ДВГУПС, г. Хабаровск, 8-10 октября 2014 г.

Результаты исследования обсуждались на заседаниях кафедры «Технология транспортных процессов и логистика» ДВГУПС 2012-2014 гг., «Логистические транспортные системы и технологии» МИИТ 2014 г.

Публикации. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в тринадцати печатных работах и одном электронном издании, в том числе две статьи опубликованы в журналах, входящих в перечень рецензируемых изданий, рекомендованных ВАК при Министерстве образования и науки РФ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав заключения, списка литературы и трех приложений. Работа содержит 138 страниц основного текста, 13 рисунков, 7 таблиц.

ГЛАВА 1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТАНЦИИ ПРИМЫКАНИЯ И ПУТЕЙ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

1.1 Значение путей необщего пользования в транспортном процессе

1.1.1 Классификация путей необщего пользования

В соответствии со статьей 2 [114] железнодорожные пути необщего пользования – железнодорожные подъездные пути, примыкающие непосредственно или через другие железнодорожные подъездные пути к железнодорожным путям общего пользования и предназначенные для обслуживания определенных пользователей услугами железнодорожного транспорта на условиях договоров или выполнения работ для собственных нужд.

Учеными в области эксплуатации железных дорог разработаны предложения о классификации путей необщего пользования (ПНП). Так, в работе «Перспективы развития промышленного транспорта», выполненной на кафедре «Станции и узлы» МИИТ под руководством В. Д. Никитина, в основу классификации ПНП положена система тягового обслуживания и методы формирования передач. В работе была предложена следующая классификация ПНП [117]:

- пути, по которым поступающие с общей сети железных дорог поезда (или отправляемые с них) продолжают свое движение в том же составе с поездными локомотивами дороги без какого-либо изменения или переработки;
- пути, по которым проходят специально сформированные передачи из вагонов сети с локомотивами промышленности, маневровыми или вывозными локомотивами железной дороги;

- пути, на которых вся работа сводится только к погрузке и выгрузке вагонов, где подача вагонов производится маневровым порядком со станции примыкания.

На основе исследований, проведенных во ВНИИЖТ, автор А. И. Смирнов предложил разделить ПНП на следующие группы [117]:

- главные и ходовые пути. К этой группе относятся пути, по которым, независимо от их местоположения происходит систематическое движение организованных составов или подач поездным или маневровым порядком. При этом к главным путям отнесены пути с поездным характером движения, а к ходовым путям – с маневровым движением. По условиям работы эти пути в свою очередь разделены на пути с систематическим обращением поездов с весовой нормой, установленной на дороге примыкания; пути несистематического обращения поездов с весовой нормой, установленной на дороге примыкания; пути обращения только поездов данного предприятия;

- погрузочно-разгрузочные и станционные пути. Особенности работы путей этой группы определяются в большинстве случаев необходимостью стоянки вагонов без локомотивов и удобством производства маневровых и погрузочно-разгрузочных операций;

- пути для перевозки специальных грузов, например, жидкого чугуна.

Рассмотрим классификацию ПНП по схемам примыкания [87, 117]:

- тупиковые – отличаются простой конфигурацией, требуют меньше капитальных затрат для строительства (по сравнению с кольцевыми схемами при одном примыкании), сокращают пробег вагонов и грузов по железнодорожным путям необщего пользования;
- кольцевые – применяются на железнодорожных путях необщего пользования машиностроительной и химической промышленности;
- сквозные – примыкают к нескольким станциям магистральных железных дорог, достоинством таких путей является возможность исключения угловых вагонопотоков и сокращения пробега вагонов.

ПНП различаются по характеру грузовой работы [117]:

- предприятия добывающей промышленности с явным преобладанием погрузки по отношению к выгрузке (рудники, угольные шахты, торфодобывающие предприятия, карьеры строительных материалов и т.д.);
- предприятия обрабатывающей промышленности, которые характеризуются преобладанием выгрузки по отношению к погрузке (машиностроение, химические предприятия и т.д.);
- перевалочные пункты, снабженческие базы и т.д., на которых нет явно выраженного преобладания погрузки или выгрузки.

Пути необщего пользования могут примыкать к станции примыкания по веерной, последовательной или веерно-последовательной схеме [87].

В таком документе как [101] ПНП классифицируются в зависимости от их назначения, размеров и характера движения и подразделяются на:

- пути с объемом перевозок более 25 млн т брутто/год, пути протяженностью более 3 км независимо от порядка движения и объема перевозок, пути со скоростью движения по ним – до 80 км/ч;
- пути с объемом перевозок более 3 до 25 млн т брутто/год, пути протяженностью до 3 км с поездным и организованным маневровым порядком движения, пути со скоростью движения по ним – до 40 км/ч;
- пути с объемом перевозок до 3 млн т брутто/год, пути маневровым характером движения и допускающим скорость движения по ним до 25 км/ч, а также имеющие непосредственный выход на погрузочно-разгрузочные фронты.

В качестве важнейшего признака классификации путей необщего пользования можно принять принадлежность обслуживающего локомотива (каким локомотивом – дороги или пути необщего пользования осуществляется передвижение вагонов) [71, 114]:

- пути, на которых движение осуществляется поездным локомотивом, принадлежащим перевозчику;
- пути, на которых движение осуществляется вывозным или маневровым локомотивом перевозчика;

- пути, на которых движение осуществляется локомотивом владельца или пользователя этого пути.

1.1.2 Значение путей необщего пользования

Большую протяженность и большой объем грузовой работы имеют ПНП металлургической (около одной трети протяженности всех ПНП), угольной и химической промышленности [39]. Большая протяженность, но относительно небольшой объем грузовой работы характерны для ПНП лесной промышленности.

К железнодорожным ПНП относятся пути, расположенные на территории заводов, фабрик, шахт, портов, лесных и торфяных разработок, электро-, тепло- и атомных станций, складских баз, карьеров и других предприятий; пути промышленных станций и постов; станций промышленных узлов, а также пути, соединяющие между собой эти станции и посты, погрузочно-разгрузочные пути, отдельные пути, предприятия или отдельные производства, расположенные на обособленных площадках [101].

По состоянию на 01.01.2014 г. количество железнодорожных путей необщего пользования, примыкающих к инфраструктуре ОАО «РЖД», составляло более 18 тыс. шт., общей протяженностью свыше 63,5 тыс. км. Средняя протяженность одного ПНП – 3,5 км. Общее количество договоров на эксплуатацию ПНП и на подачу и уборку вагонов составляло более 18 тыс. шт. [39, 115].

Из общего количества ПНП, не принадлежащих ОАО «РЖД», своими локомотивами обслуживались 30 %. Остальные 70 % ПНП обслуживались локомотивами ОАО «РЖД». Из общего количества ПНП, обслуживаемых собственными локомотивами, – немного более 9 % [39, 115].

Железнодорожный транспорт необщего пользования непосредственно обслуживает процесс производства: внутрицеховые и междцеховые перевозки, перевозки сырья и топлива со складов предприятия к цехам, а также может использоваться для перевозки готовой продукции с мест производства к местам потребления.

К железнодорожному транспорту необщего пользования относятся и железнодорожные пути, связывающие предприятия с железнодорожным транспортом общего пользования (железнодорожные пути к заводам, фабрикам, складам и т.п.). Этот вид транспорта принято называть железнодорожными путями необщего пользования.

Понятия «железнодорожные пути необщего пользования» и «промышленный транспорт» иногда отождествляются, хотя они и различны. Промышленный транспорт – понятие более широкое, оно включает не только железнодорожные пути необщего пользования, но и канатно-подвесные дороги, конвейерные линии и т.п. С другой стороны, железнодорожные пути необщего пользования – это железнодорожный транспорт не только промышленных предприятий, но и сельского хозяйства, торгово-снабженческих баз и т.п.

На ПНП грузится около 90 % и выгружается более 80 % всех грузов, перевозимых магистральным транспортом страны (сосредоточение большинства начальных и конечных операций) [39]. Технические средства магистрального железнодорожного транспорта обращаются на путях необщего пользования. Затраты на перевозки транспортом необщего пользования составляют в среднем 12 – 20 % себестоимости продукции [76]. Необходимо сказать, что снижение совокупных транспортных издержек, в том числе за счет повышения эффективности функционирования железнодорожного транспорта необщего пользования – одна из основных задач Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года [65]. Важно отметить, что снижение транспортных издержек можно достичь за счет учета возможных штрафных выплат и выбора оптимального управления в рассматриваемой системе взаимодействия. Эффективно функционирующий железнодорожный транспорт

является обязательным элементом обеспечения конкурентоспособности страны [66, 68].

Специфика работы транспорта необщего пользования обуславливается его целью, которая многокритериальна [2, 117]. С одной стороны, он – часть предприятия и должен надежно обеспечить перевозками производственные подразделения, с другой – продолжение сети железнодорожного транспорта общего пользования и должен на соответствующем уровне взаимодействовать с магистралью [2].

Железнодорожные пути необщего пользования выполняют функции [101]:

- внутрицеховые и междцеховые перевозки сырья, топлива внутри одного предприятия, а также перевозки между разными предприятиями, расположенными на одном пути.
- погрузка и выгрузка грузов.

Выполнение этих двух функций создает некоторые особенности эксплуатации ПНП, которые заключаются в том, что технологический процесс их работы связан, с одной стороны, с технологическим процессом работы обслуживаемого ими предприятия, а с другой, - с технологическим процессом работы станции и железной дороги примыкания.

Эффективное функционирование магистрального железнодорожного транспорта является одной из задач инновационного развития ОАО «РЖД» [104]. Развитие интеллектуальных систем (ИТС) управления перевозочным процессом является приоритетом инновационного развития холдинга ОАО «РЖД» и позволит достичь высокой эффективности деятельности за счет инновационного развития и технологической модернизации [104].

В формате ИТС железнодорожного транспорта одним из ключевых сегментов является система взаимодействия станции и железнодорожных ПНП [20, 31]. Данная система взаимодействия относится к кластеру «функционал дорожной инфраструктуры ИТС», который включает такие составные части как «грузовые перевозки», «информирование участников транспортного процесса», «управление данными» [47].

Взаимодействие станции и железнодорожных ПНП относится к сложным технологическим процессам, обладающим целым рядом характерных особенностей. К их числу можно отнести: наличие трудно формализуемых факторов, многокритериальность задач управления и необходимость выработки решений в условиях жестких временных ограничений, определяемых реальным ходом технологического процесса. Перечисленные особенности позволяют отнести систему взаимодействия «станция примыкания – пути необщего пользования» к классу так называемых слабо формализованных объектов математического моделирования [94].

Система «станция примыкания – пути необщего пользования» одна из наиболее сложных в транспортном процессе, поскольку множество факторов влияет на ее функционирование, в том числе технические характеристики ее элементов, особенности технологии работы, характер производства, род груза и другие факторы.

Интеллектуализация системы взаимодействия станция примыкания и путей необщего пользования позволит решить целый ряд задач [47]:

- осуществлять виды планирования (стратегического, тактического и текущего) каждого участника производственного процесса в реальном масштабе времени на основе прогноза развития ситуации при расхождении плана с фактом;
- разработать новые средства контроля технологической дисциплины за счет средств предупреждения нарушений;
- внедрить оценку оперативного юридически ответственного информационно-технологического взаимодействия участников единого технологического процесса в рамках сменно-суточного и текущего планирования, исполнения и контроля исполнения утвержденных оперативных планов;
- внедрить оперативную пооперационную и процессную финансовую оценку выполняемых технологических процессов;

- осуществлять прогнозирование и стоимостную оценку непроизводительных потерь технологических процессов.

Интеллектуализация железнодорожного транспорта необходима для создания такой системы, в которой будет осуществляться выбор поведения системы в будущем с помощью оценки ситуаций и предполагаемых способов действий, определяемых на основе заранее сформированных критериев, как экономических, так и технологических.

1.1.3 Актуальные проблемы взаимодействия транспорта общего и необщего пользования

В настоящее время участники перевозочного процесса, специалисты по эксплуатации железных дорог обсуждают вопросы совершенствования законодательной и нормативной базы в сфере железнодорожного транспорта.

Участниками Транспортного форума «Пути инновационного развития ПНП» были отмечены следующие положения [39]:

- основные проблемы развития железнодорожного транспорта необщего пользования связаны с несогласованностью действий его представителей;
- отсутствуют конкретные системные предложения по совершенствованию работы железнодорожного транспорта необщего пользования;
- существующая нормативно-правовая база на железнодорожном транспорте в определенной мере ограничивает системный рост транспорта необщего пользования.

Правительство РФ внесло в Государственную думу Федерального собрания Российской Федерации в 2013 году законопроект «О внесении изменений в федеральный закон РФ «Устав железнодорожного транспорта РФ» [39]. В Национальной ассоциации транспортников (НААТ) рассмотрен этот законопроект и связанные с ним материалы. Анализ, выполненный в НААТ,

показал, что примерно половина вносимых изменений не вызывает возражений, но в то же время ряд вносимых изменений не имеет достаточных правовых оснований для их принятия, и несет в себе дальнейшее ухудшение качества транспортного обслуживания грузоотправителей и грузополучателей, пользующихся железнодорожным транспортом [39].

В цикле статей [32-37] обоснован ряд предложений по совершенствованию системы отношений между организациями железнодорожного транспорта общего и необщего пользования, связанных с технологическим взаимодействием на основе ЕТП. Авторы [32-37] отмечают, что для их продвижения в реальную практику этого взаимодействия необходимо развить ряд положений законодательства, посвященных взаимодействующим хозяйствующим субъектам, а также системе договорных отношений между ними. Актуальным вопросом является и переработка всей системы отношений, охватывающих взаимодействия на стыке железнодорожного транспорта общего и необщего пользования. Авторы [32-37] провели анализ основных вопросов правового регулирования отношений, связанных с взиманием штрафов за задержки вагонов по вине грузоотправителей, грузополучателей, владельцев ПНП. В этой связи учеными [32-37] предложено включить в раздел IV [114] самостоятельную статью, посвященную технологическому взаимодействию владельца инфраструктуры и владельца ПНП.

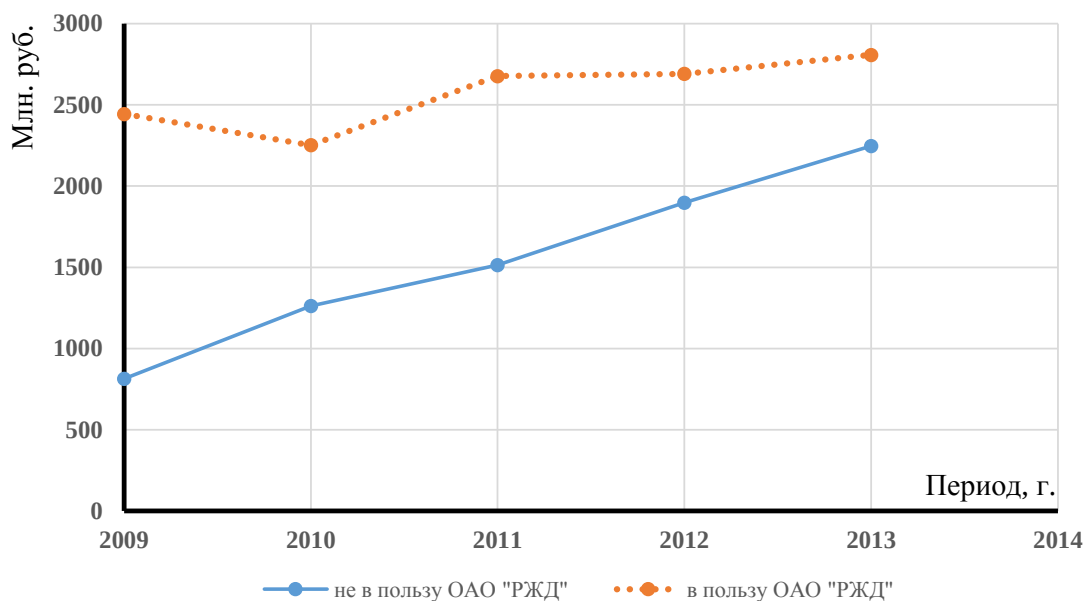
Анализ практики применения законов и правил [71, 114], проведенный Ассоциацией «Промжелдортранс», выявил несовершенство многих их положений и статей, которые являются препятствием для успешного функционирования железнодорожного транспорта в целом, а также важной его составляющей – железнодорожных путей необщего пользования [39].

По мнению президента Национальной ассоциации транспортников Г. Е. Давыдова [39], положения, касающиеся ответственности организаций железнодорожного транспорта и пользователей их услуг по обязательствам, вытекающим из перевозки (штрафы, пени), требуют модернизации. Автор отмечает, что в отношениях между железнодорожным транспортом общего и необщего пользования необходимо более четко идентифицировать, кто и по

поводу чего между собой взаимодействует. Вполне назрело и решение о придании Единым технологическим процессам работы станций инфраструктуры общего пользования и путей необщего пользования, а также «простым», не «единым», процессам такого рода, статуса договора между владельцами двух инфраструктур – общего и необщего пользования.

Законодательные нормы, регулирующие взаимодействие железнодорожного транспорта общего и необщего пользования, в том числе технологическое, не отвечают реалиям нынешнего времени и требуют перемен.

Используя финансовую отчетность ОАО «РЖД» [118] определены суммы, выплаченные в пользу ОАО «РЖД» и выплаты по искам ее клиентов (рисунок 1.1).



Источник: составлено автором

Рисунок 1.1 – Суммы, выплаченные ответчиками по решению суда

Как видно из рисунка, суммы, выплаченные не в пользу ОАО «РЖД» увеличиваются, что подтверждает наличие недовольство грузовладельцев качеством оказываемых транспортных услуг.

В сумме штрафных выплат просрочка доставки груза достигает 2 млрд. руб. [39] из 2,5 млрд. руб. всех штрафных сумм, выплаченных ОАО «РЖД» за 2013

год (рисунок 1.1). При этом споры, связанные с просрочкой доставки груза зачастую решаются в претензионном порядке и в банк решений арбитражных судов не попадают. А вопросы, связанные с задержкой подачи, уборки вагонов на ПНП, в правовом смысле недостаточно регламентированы. Большее количество споров по этим вопросам не решается в досудебном порядке, а выносятся в Арбитражный суд.

1.2 Обзор научных исследований по вопросам координации работы промышленного и магистрального железнодорожного транспорта

Вопросам координации работы промышленного и магистрального железнодорожного транспорта посвящено большое количество научных трудов. Впервые теоретические основы вопросов взаимодействия промышленного и магистрального железнодорожного транспорта были разработаны академиком В. Н. Образцовым [72].

Вопросы взаимодействия в работе грузовых станций и крупных промышленных предприятий изложены в трудах профессора Н. Р. Ющенко [119]. Условия взаимодействия железных дорог и промышленного транспорта нашли свое отражение также в трудах профессоров А. А. Смехова, В. М. Акулиничева, Г. П. Гриневича, В. В. Повороженко, Ф. И. Шаульского, Н. С. Ускова [2, 78, 94-98, 113].

Труды ученых Г. С. Бalandюка, В. И. Балча, Х. М. Лазарева [6, 7] посвящены научным исследованиям вопросов эксплуатационной работы станции примыкания и железнодорожного транспорта необщего пользования.

Исследования по улучшению единых технологических процессов работы ПНП промышленных предприятий и станций примыкания проводились с различных сторон и в нескольких направлениях [3, 77]. Как утверждают авторы

[82, 83], задачи координации развития и взаимодействия многогранны и решаются в технологической, технической, финансовой, организационной, информационной и правовой сферах.

Технологическая сфера взаимодействия имеет целью комплексную организацию эксплуатации транспорта с оптимальной организацией грузопотоков, согласование грузовой и перевозочной работы, организацию доставки по совмещенным графикам участвующих видов транспорта, грузоотправителей и грузополучателей, а также составление комплексных технологических процессов работы крупных транспортных узлов [83].

Техническая сфера взаимодействия включает: согласование пропускной и перерабатывающей способности стыкуемых систем; учет взаимных требований и увязку параметров подвижного состава по грузоподъемности и вместимости с целью наиболее эффективного использования перегрузочных и погрузо-выгрузочных средств и фронтов [83].

Выделяют еще информационную сферу взаимодействия, представляющую собой составную часть технологического взаимодействия [83]. Финансовая сфера предусматривает разработку единой методической основы для тарифных систем с целью создания наиболее благоприятных условий для рационального использования каждого вида транспорта [76]. Организационная сфера обуславливает установление системы управления всеми видами транспорта в целом. В правовую сферу взаимодействия входит решение разнообразных юридических правовых вопросов взаимоотношений видов транспорта между собой, а также между ними и грузовладельцами (грузоотправителями и грузополучателями).

В трудах А. В. Перепелюка [76] рассматривается экономическая сущность взаимодействия промышленного и магистрального железнодорожного транспорта. Автор [76] ставит на первое место совершенствование экономических и правовых основ взаимодействия и определяет, что существующие правовые нормы, регламентирующие и регулирующие это взаимодействие, недостаточно отражают интересы сторон.

Проведенный анализ работ в области эксплуатации железных дорог, в частности, взаимодействия промышленного и магистрального железнодорожного транспорта, показал, что вопросы взаимодействия станций примыкания и путей необщего пользования требуют дальнейшего развития, особенно в части повышения качества обслуживания грузовых фронтов [29, 32-37, 40, 52, 56, 57, 59, 61, 73, 80, 81, 89, 92, 94, 102, 103, 106, 107, 111, 116, 119].

Время нахождения вагонов на станциях под грузовыми операциями является важной составляющей времени оборота вагона (в структуре оборота вагона порядка 45 % – время, затраченное на простои вагона на станциях погрузки и выгрузки) [39], поэтому совершенствование внутростанционной технологии работы с местным грузом имеет весомое значение [95]. Это отмечается и в исследовании вопросов оптимизации очередности обслуживания грузовых фронтов [51, 52, 89, 90, 96].

Научными работниками в области эксплуатации железных дорог разработаны предложения по выбору оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтов. Попытки аналитически решить задачу выбора оптимальной очередности подач вагонов на грузовые фронты станции предпринимались различными авторами неоднократно. Вопрос определения оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтов одним из первых рассмотрел Ф. Т. Мамедов [62].

Ф. Т. Мамедов оценил актуальность вопроса и предложил технологические подходы к решению этой задачи в рамках совершенствования планирования работы грузовой станции [62]. Он установил правило, что в первую очередь необходимо подавать вагоны на те грузовые фронты, для которых число локомотиво-минут обслуживания, приходящихся на один вагон, будет минимальным.

Профессор Ф. П. Кочнев в [48] сформулировал рациональный порядок подачи и уборки вагонов следующим образом: «Когда группы местных вагонов отправляют со станции по окончании грузовых операций, очередность подач на пункты, обслуживаемые одним локомотивом, можно устанавливать в порядке

возрастания количества локомотиво-минут, затраченных на подачу или уборку одного вагона. В этом случае достигается лишь минимальный простой в ожидании подачи и уборки вагонов».

В работах Ф. И. Карпелевича, И. Б. Сотникова был рассмотрен частный случай задачи выбора очередности подачи групп порожних вагонов на пункты погрузки, проведение погрузки и уборки груженных вагонов на станцию [45]. По данной постановке предложен вычислительный алгоритм расчета оптимальной очередности подач.

В источнике [44] авторы В. Н. Иванченко и Н. Н. Лябах рассмотрели задачу оптимизации маневровой работы на сортировочной станции с позиций теории графов. Исходная задача сведена к задаче коммивояжера, и предложен эвристический алгоритм решения. Перечисленными авторами аналитическое решение задачи не было найдено.

Впервые группой авторов в работе [109] было дано математическое обоснование решения оптимизационной задачи (очередность обслуживания грузовых фронтов) для двух частных критериев эффективности: минимизации вагоно-часов, затраченных на подачу вагонов на грузовые фронты станции; минимизации вагоно-часов, затраченных на подачу вагонов и проведение грузовых операций на грузовых фронтах. В [60] в дополнение к двум полученным критериям оптимизации [109] добавлен третий – обеспечение максимального количества поданных и убранных вагонов к заданному времени прибытия сборного поезда.

В работе [116] рассмотрены вопросы определения оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтов с целью минимизации эксплуатационных расходов на маневровую работу. Решение получено методом упорядочивания по минимуму длительности работ теории расписаний.

Немаловажное значение при выборе очередности подач оказывает и срок доставки груза в вагонах. Этой теме посвящены исследования [51, 61, 89].

Исследование технологии работы ПНП промышленных предприятий и грузовых станций нашло отражение в работах следующих ученых: В. М.

Акулиничева, Г. Ф. Бабушкина, А. М. Берестового, О. В. Билогурова, В. И. Бобровского, Т. В. Бутько, В. К. Губенка, М. И. Данька, А. Т. Дерибаса, И. В. Жуковицкого, Г. И. Загария, А. М. Котенко, Л. С. Крохина, В. К. Мироненко, Е. В. Нагорного, В. Я. Негрея, Г. И. Нечаева, А. Д. Омельченко, В. В. Повороженко, А. А. Полякова, В. М. Самсонкина, А. А. Смехова, М. П. Топчиева, Г. В. Ферапонтова, М. Л. Цегельника, П. А. Яновского и других.

Профессор Крохин Л. С. рассматривал вопросы, связанные с относительными приоритетами обслуживания ПНП при стоимостной оценке времени нахождения заявки в ожидании обслуживания локомотивом [54]. Варьируя приоритетами обслуживания грузовых фронтов, можно дать рекомендации для решения задачи выбора очередности обслуживания грузовых фронтов, т.е. выделить грузовые фронты, подача вагонов на которые в первую очередь обеспечит минимум простоя вагонов на станции.

Автором Ивановым С. Д. [43] предложена система обслуживания грузовых фронтов предприятий промышленного железнодорожного транспорта, в которой очередность их обслуживания определяется продолжительностью максимальной грузовой операции, установленной для одной из групп грузовых фронтов, обслуживаемой одной подачей. В работе [110] Турсунбаева Н. К. предложила определять последовательность обслуживания грузовых фронтов по критерию минимального ожидания локомотивами работ и максимального выполнения маневровых работ из числа предъявленных. Зверев В. И. в работе [42] выделил следующие критерии при определении оптимальной очередности подачи вагонов на грузовые фронты: минимум маневровых локомотиво-часов маневровой работы, минимум дополнительных вагоно-километров пробега, минимум вагоно-часов ожидания начала грузовых операций после прибытия на станцию, минимум штрафов из-за нарушения сроков доставки грузов. Автор [42] определил, что лицо, принимающее решение может использовать и интегральный критерий оптимальности.

Указанные выше авторы пришли к единому мнению, что критерием выбора очередности обслуживания путей необщего пользования должны быть эксплуатационные расходы.

В современных разработках зарубежных исследователей [39] поставленные автором диссертационной работы задачи решаются за счет реинжиниринга и синтеза систем управления нового поколения (аппарат теории расписаний, агентное моделирование, нейронные сети, генетические алгоритмы, нечеткая логика, агрегативные алгоритмы, моделирование активных мультиагентных макросистем), в которых реализован переход от автоматизации отдельных функций к автоматизации функций интеллектуальных: анализ ситуаций, выбор оптимального решения [4].

К наиболее важным направлениям зарубежных исследований научно-технического прогресса в рассматриваемой области можно отнести [39]: техническое оснащение пунктов взаимодействия магистрального и промышленного транспорта; технологию взаимодействия; организацию вагонопотоков. При этом зарубежными авторами при формировании моделей функционирования системы «промышленный – магистральный железнодорожный транспорт» не учитываются вопросы правового обеспечения взаимодействия, вопросы экономической сущности взаимодействия. Особое внимание следует обратить на работу немецкого автора Крампе Хорста [49, 50], рассмотревшего вопросы технологического взаимодействия грузовой станции и ПНП с помощью имитационного моделирования.

В Великобритании в большинстве случаев железнодорожные пути общего пользования и промышленных предприятий составляют единое целое. Грузовые фронты расположены на ограниченной площади около действующих путей, что позволяет создавать определенный ритм поездной работы, в основу которого заложена небольшая масса поездов и частота их курсирования [39].

В Германии чаще всего пути необщего пользования обслуживаются только один раз в сутки: для подачи вагонов на грузовые фронты и один раз для приема с фронтов. Прием и накопление вагонов осуществляются, как правило, во второй

половине дня, а отправка — в первой. В традиционных перевозках повагонных отправок тратится много времени, прежде всего, на перестановки вагонов и ожидание этих операций. В Германии для обеспечения быстрого оборота вагона введены новые методы организации перевозок: система FlexCargoRail (FCR) (подвижной состав системы FCR может легко обслуживать ПНП или локальные районы, для которых невыгодно содержать собственный маневровый локомотив). По сравнению с традиционными самоходные грузовые вагоны в системе FCR могут гибко выполнять маневры в пунктах погрузки и передвигаться по принципу «точно в срок» или «точно в нужной последовательности». В результате создается больше возможностей размещения вагонов в пунктах погрузки, в частности, благодаря перемещению их без маневрового локомотива [39]. Модель системы FCR не учитывает вопросы экономической и технологической сущности взаимодействия станции примыкания и ПНП.

Главной составной частью зарубежных исследований стало определение возможностей установления гибкой системы обслуживания ПНП и согласования сортировочных процессов в качестве основы для сокращения времени перевозок и снижения потребности в ресурсах на начальном и конечном этапах перевозки [39, 47].

1.3 Нормативные документы, регулирующие вопросы взаимодействия станции примыкания и путей необщего пользования

К законодательным актам в области железнодорожного транспорта, регламентирующие вопросы взаимодействия станции примыкания и путей необщего пользования относятся:

- Федеральный закон № 18-ФЗ «Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации» [114];

- Правила перевозок грузов железнодорожным транспортом [69, 70];
- Приказ МПС России № 70. Методика по разработке и определению технологических норм погрузки в вагоны и выгрузки грузов из вагонов [86];
- Приказ МПС России № 67. Порядок разработки и определения технологических сроков оборота вагонов, а также технологических норм погрузки грузов в вагоны и выгрузки грузов из вагонов [85];
- Сборник правил перевозок и тарифов железнодорожного транспорта № 306. Временные указания по разработке единых технологических процессов работы ПНП и станций примыкания [93];
- Правила применения сборов за дополнительные операции, связанные с перевозкой грузов на федеральном железнодорожном транспорте (Тарифное руководство № 3) [84];
- Правила эксплуатации и обслуживания железнодорожных путей необщего пользования [71].

Документы, регулирующие вопросы взаимодействия станции примыкания и путей необщего пользования, можно разделить на две группы: правовые [114] и технологические [69-71, 84-86, 93].

Устав железнодорожного транспорта определяет обязательные условия взаимодействия участников перевозочного процесса. В том числе, это касается перевозчика железнодорожного транспорта общего пользования и владельцев железнодорожных путей необщего пользования. К обязательным условиям для этих лиц следует отнести заключение договоров на эксплуатацию железнодорожных путей необщего пользования или на подачу и уборку вагонов (ст. 55, 56) [114].

Основные положения договоров на эксплуатацию или на подачу и уборку содержатся в статье 58 [114]. Так, в частности, определено, что договорами «устанавливаются порядок подачи и уборки вагонов, а также технологические сроки оборота вагонов на железнодорожных путях необщего пользования, технологическое время, связанное с подачей вагонов к местам погрузки, выгрузки

грузов и уборкой вагонов с этих мест, а также технологические нормы погрузки грузов в вагоны и выгрузки грузов из вагонов».

Договоры на эксплуатацию железнодорожных путей необщего пользования и договоры на подачу и уборку вагонов должны учитывать технологию функционирования железнодорожной станции, к которой примыкает железнодорожный путь необщего пользования, и технологию функционирования железнодорожного пути необщего пользования, а в соответствующих случаях - единые технологические процессы их работы (далее ЕТП) [114], порядок разработки и утверждения которых устанавливается Правилами перевозок грузов железнодорожным транспортом.

Согласно Правилам эксплуатации и обслуживания железнодорожных путей необщего пользования (пункты 5.3, 5.8) [71] ЕТП составляется между владельцем инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования и владельцем пути необщего пользования. ЕТП разрабатывается для железнодорожных путей необщего пользования, обслуживаемых локомотивами владельца железнодорожного пути необщего пользования, и имеющих среднесуточный вагонооборот 100 и более вагонов [71].

Единым следует считать технологический процесс, который на основе совместных стандартов и требований синхронизирует технологию перевозок железнодорожного транспорта общего и необщего пользования, подчиняя ее единой цели надежного и экономичного транспортного обслуживания [10].

Технологическое взаимодействие – разновидность услуг на железнодорожном транспорте, при которой на основании закона, технического регламента и/или договора предусмотрено совместное функционирование технических средств и персонала двух и /или более хозяйствующих субъектов [10].

В [71] включен раздел «Единые технологические процессы работы железнодорожных путей необщего пользования и станций примыкания (ЕТП)». Согласно п. 5.13 [71], «форма ЕТП устанавливается Методикой по разработке единого технологического процесса работы железнодорожного пути необщего

пользования и железнодорожной станции примыкания, утверждаемой МПС России». Методика, предусмотренная п. 5.13 [71], отсутствует, а действуют Временные указания по разработке единых технологических процессов работы путей необщего пользования и станций примыкания [93].

Сбор за подачу и уборку вагонов на пути необщего пользования определяется по Тарифному руководству № 3 [84], рассмотрим, какие параметры влияют на маневровое обслуживание грузовых фронтов.

Сбор за подачу и уборку груженных и порожних вагонов локомотивом, принадлежащим организации федерального железнодорожного транспорта, взимается за расстояние подачи и уборки вагонов в оба конца по одному из двух вариантов [84]:

вариант первый ($v = 1$) – в зависимости от среднесуточного числа поданных и убранных вагонов;

вариант второй ($v = 2$) – за каждый выход локомотива.

Предположим, что сбор за подачу и уборку вагонов взимается по первому варианту. В этом случае величина взимаемого сбора не зависит от количества выходов маневрового локомотива для обслуживания данного ПНП. Станции примыкания целесообразно осуществлять подачу и уборку вагонов так, чтобы количество выходов маневрового локомотива было минимально, но при этом возникает необходимость накапливать вагоны до величины, равной среднесуточному числу поданных и убранных вагонов (для одного ПНП). Маневровый локомотив может иметь ограничение по количеству подаваемых (убираемых) вагонов (например, ограничение по весу маневрового состава), тогда среднесуточное количество вагонов, которое накопилось назначением на этот фронт, раздробится, и остаток величины группы вагонов, назначением на рассматриваемый ПНП, потребуется в дальнейшем либо соединить с другой группой вагонов назначением на другой фронт, либо ожидать накопления группы до среднесуточного количества, либо подавать в следующей подаче.

Рассмотрим второй вариант обслуживания. Как только вагоны поступили на станцию примыкания назначением на ПНП, то станция при свободности

маневрового локомотива может подавать эту группу вагонов. При большом количестве подач вагонов на ПНП увеличатся эксплуатационные затраты. В одном маневровом районе могут быть ПНП с различными вариантами взимания сбора. Поэтому перед маневровым диспетчером, лицом, которое принимает решение, может возникнуть вопрос: как обслуживать грузовладельцев, в какой последовательности, и какое количество вагонов подавать на грузовые фронты. Вариант взимания сбора оказывает влияние на организацию маневрового обслуживания грузовых фронтов, а именно, сколько вагонов подавать, сколько маневровых выходов осуществить для обслуживания группы ПНП.

На основании выше изложенного определим параметры, которые требуется учитывать при формировании очереди обслуживания ПНП в маневровом районе.

v - вариант взимания сбора ($v = 1, v = 2$);

F - вместимость грузового фронта (выставочного пути);

N - количество ПНП, принадлежащих одному маневровому району (а также топология расположения: тупиковые, сквозные. Взаимное расположение грузовых фронтов влияет на возможность совмещения подачи и уборки вагонов);

D - число вагонов назначением на рассматриваемый ПНП;

q - ограничение по весу маневрового состава;

W - среднесуточное число поданных и убранных вагонов (величина определяется по объему поступления вагонов и прописана в договоре на эксплуатацию железнодорожного пути необщего пользования или в договоре на подачу и уборку вагонов для первого варианта обслуживания).

Определяющим фактором также является порядок поступления группы вагонов назначением на данный ПНП, – поступление группы вагонов один раз в сутки или несколько раз в сутки. Как правило, при большом объеме работы есть вагоны, которые ожидают подачи, и есть вагоны, ожидающие уборки с грузовых фронтов. Целесообразно определить предельные временные рамки нахождения вагонов в системе «станция примыкания – пути необщего пользования».

Рассмотрим грузовой фронт. Вагоны в количестве N_1 находятся в ожидании подачи на ПНП. Уведомление о готовности вагонов к подаче передано. Отношения станции примыкания и рассматриваемого ПНП регулирует договор на подачу и уборку вагонов. Подачу и уборку вагонов осуществляет локомотив перевозчика.

Анализ шаблона бланка договора на эксплуатацию ПНП, на подачу и уборку вагонов показал, что время, в течение которого станция должна убрать вагоны с ПНП или с выставочных путей, приведено в пункте 12 рассматриваемых договоров (величина $T_{обсл}^{дог}$) [71]. А вот время, в течение которого станция должна подать прибывшие вагоны после оформления выдачи, а также время, в течение которого станция должна принять локомотив ветвевладельца для сдачи вагонов, нигде не прописаны. И только в пункте 4.6 [71] говорится, «фактом задержки считается невозможность подачи перевозчиком вагонов в срок, установленный договором или Правилами перевозок грузов». При этом ни в договоре на эксплуатацию ПНП или договоре на подачу и уборку вагонов, ни в Правилах этот срок не оговаривается.

Ветвевладелец может прописать в соответствующих договорах значение рассматриваемой величины в пункте 23 «Дополнительные условия»: «Готовые к подаче вагоны подаются к местам погрузки, выгрузки в течение $T_{обсл}^{дог}$ час, после получения уведомления о готовности вагонов к подаче» [71]. Если станция не убирает вагоны в течение договорного срока, то возникает задержка подачи или уборки по вине перевозчика и возможно предъявление ветвевладельцем претензии о выплате штрафа.

Следует отметить, что и в исследованиях, посвященных взаимодействию станции примыкания и путей необщего пользования, и в нормативных документах отсутствуют методики для определения срока $T_{обсл}^{дог}$. Из сказанного следует, что необходимо совершенствовать нормативную базу ОАО «РЖД» по

вопросам технического, технологического развития компании, в частности вопросам, которые возникают при нарушении правил эксплуатации и обслуживания железнодорожных ППП [21].

1.4 Показатели функционирования системы «станция примыкания – железнодорожные пути необщего пользования»

1.4.1 Показатели функционирования транспортных систем

Любая деятельность определяется двумя основными видами показателей: количественными и качественными. Рассмотрим количественные и качественные показатели функционирования системы взаимодействия железнодорожного транспорта общего и необщего пользования.

К количественным показателям относятся: показатели перевозочной работы (определяют объем работы); показатели технической работы дорог (отражают объем работы подвижного состава при обеспечении перевозок грузов) [3].

К показателям перевозочной работы относятся: отправление и прибытие груза; погрузка (вагонов, тонн); выгрузка (вагонов, тонн); грузооборот, ткм. [3].

К показателям технической работы относятся: передача поездов и вагонов на магистральную сеть железных дорог (поезда, вагоны); работа (погрузка плюс прием груженных вагонов, физические вагоны); пробеги вагонов и локомотивов (вагоно-км, локомотиво-км); пробеги поездов (поездо-км, ткм брутто) [3].

Качественные показатели, с помощью которых оценивают степень использования подвижного состава (вагонов и локомотивов) при выполнении определенной перевозочной работы, принято делить также на две группы:

показатель использования подвижного состава по времени и показатель использования мощности подвижного состава [3].

Временная группа позволяет оценить либо время, затрачиваемое вагонами или локомотивами на выполнение единицы работы (оборот подвижного состава), либо объем перевозочной работы, выполняемый вагоном или локомотивом в единицу времени. Многие показатели этой группы отражают расстояние, которое пробегает вагон или локомотив за единицу времени. К ним относятся: оборот вагона на сети (сутки, часы); среднесуточный пробег вагона (км/сутки); среднесуточный пробег локомотива (км/сутки) [48].

Показатели второй группы оценивают степень использования грузоподъемности вагона и силы тяги локомотива. К ним относятся: статическая нагрузка вагона (т/вагон); динамическая нагрузка вагона (ткм/ вагоно-км); производительность вагона (ткм) [48].

Показатели, отражающие результаты работы станции примыкания и железнодорожных путей необщего пользования можно также разделить на качественные и количественные [2, 48, 72].

К качественным показателям функционирования системы «станция примыкания – пути необщего пользования» можно отнести:

- время нахождения вагонов на станции примыкания и обслуживаемых ею ПНП, влияющее на оборот вагона на сети,
- оборот вагонов на путях необщего пользования (часы);
- степень использования маневровых локомотивов, задействованных в выполнении работ по подаче и уборке вагонов, и работ, не совмещенных во времени с подачей и уборкой вагонов;
- коэффициент задержки обслуживания местного вагонопотока (временная характеристика функционирования транспортного узла) [82].

Коэффициент задержки обслуживания местного вагонопотока i – ой категории k_3^i показывает во сколько раз время пребывания единицы потока

i – ой категории в транспортном узле больше времени непосредственного обслуживания [82, 83]

$$k_3^i = \frac{t_{np}^i}{t_{mex}^i}, \quad (1.1)$$

$$t_{np}^i = t_{mex}^i + t_{ож}^i, \quad (1.2)$$

где t_{np}^i - среднее время пребывания потока i – ой категории в транспортном узле (подсистеме, элементе); t_{mex}^i - среднее время, затрачиваемое непосредственно на обработку потока i – ой категории; $t_{ож}^i$ - среднее время ожидания начала или продолжения обслуживания потока i – ой категории.

Снижение коэффициента задержки обслуживания местного вагонопотока за счет совершенствования режимов взаимодействия – одна из важнейших задач, решение которой позволит значительно ускорить оборот вагона на сети. Для этого необходимо совершенствовать взаимодействие станций с ПНП.

Результаты деятельности транспортных систем и их подразделений оцениваются по степени выполнения плановых технико-экономических показателей (погрузка, выгрузка, грузооборот, простои вагонов, себестоимость перевозок, производительность труда и др.) [3].

1.4.2 Оборот вагона как интегрированный показатель

Оборот вагона – общий комплексный качественный показатель работы железнодорожного транспорта, отражающий результаты технической, экономической и организаторской деятельности всех звеньев железнодорожного транспорта [48].

Оборот вагона представляет собой время, затрачиваемое вагоном на выполнение цикла операций от начала одной погрузки до начала следующей погрузки [43]. В этот цикл входят операции погрузки, перемещения вагона в груженом состоянии, выгрузки, перемещения вагона в порожнем состоянии, обработки его на попутных технических станциях, а также на начальной и конечной станциях его следования в груженом состоянии.

Основным преимуществом показателя оборот вагона, является его комплексность, то есть возможность оценить все элементы технологии – качество организации движения и работы всех категорий станций, использование инфраструктуры и подвижного состава [112]. На станции погрузки и выгрузки с учётом простоев на ПНП приходится 46 % от общего времени оборота вагона [39, 47].

Оборот вагона важен как показатель в условиях дефицита подвижного состава. Но в настоящее время на сети наблюдается избыток вагонов [39]. Кроме того, подвижной состав не принадлежит перевозчику, и четко отлаженных правовых отношений по поводу простоев вагонов нет как между собственниками подвижного состава и перевозчиком, собственником и грузоотправителем, так и грузоотправителем и собственно перевозчиком.

В последнее время большое внимание уделяется экономическим ущербам, выражающимся в потере части доходов перевозчиков в связи с выплатой штрафов за нарушение условий перевозки [39]. Взаимодействие станции примыкания и путей необщего пользования невозможно оценить только количественными методами. Результаты деятельности транспортных систем и их подразделений

оцениваются по степени выполнения плановых технико-экономических показателей (погрузка, выгрузка, грузооборот, простои вагонов, себестоимость перевозок, производительность труда). Однако при этом отсутствует показатель, который оценивал бы использование потенциальных возможностей того или иного подразделения при существующих в данный момент технике и технологии. В отраслевой практике все более заметную роль приобретают обобщающие показатели эффективности производства, которые учитывают не отдельные показатели, а использование всех видов производственных ресурсов.

Так профессор Апатцев В. И. в работе [5] предлагает использовать показатель уровня организации производства в качестве такого обобщающего показателя эффективности производства, который предназначен объективно отражать степень согласованности элементов действующей системы.

Рассматривая производственный процесс на железнодорожном транспорте с позиций системного подхода, и учитывая при этом взаимовлияние всех действующих в общей связке элементов, следует считаться с неизбежностью простоя вагонов, спецификой образования их очередей на погрузку, выгрузку, и следует также учитывать ущербы, возникающие при выполнении производственного процесса.

Профессор Апатцев В. И. в основных выводах работы [5] отмечает, что при расчете уровня организации производства довольно сложно найти информацию об оптимальной продолжительности технологических процессов. В системе «станция примыкания – пути необщего пользования» такими показателями являются как время ожидания подачи вагонов на ПНП, так и время ожидания уборки вагонов с ПНП, время на выполнение грузовых операций, оптимальная очередность обслуживания ПНП с минимальными эксплуатационными затратами по их обслуживанию. Показатели функционирования транспортной системы могут дать ответ на вопрос, какой именно уровень организации достигнут на железнодорожной станции и каковы текущие и перспективные резервы его повышения, а также, за счет чего это повышение станет реально возможным.

Выводы по главе 1

1. Значение железнодорожных путей необщего пользования определяется большим объемом их грузовой работы, протяженностью, сопоставимой с эксплуатационной длиной магистрального железнодорожного транспорта, наличием складской инфраструктуры, погрузочно-разгрузочной техники, маневровых и других необходимых для организации начально-конечных операций средств.

2. О проблемах взаимодействия станций примыкания и путей необщего пользования можно судить по значительной, до 46 % времени оборота вагонов, задержке подвижного состава на станциях погрузки и выгрузки грузов, а также по растущим объемам взаимных претензий, связанных с нарушением договорных условий обслуживания путей необщего пользования.

3. Научные исследования вопросов взаимодействия магистрального и промышленного транспорта велись и ведутся в нескольких направлениях:

- организация вагонопотоков;
- техническое оснащение пунктов взаимодействия магистрального и промышленного транспорта;
- технология взаимодействия;
- вопросы правового обеспечения взаимодействия;
- особенности работы путей необщего пользования с различными номенклатурами грузов;
- вопросы экономической сущности взаимодействия.

Большое внимание ученые уделяли вопросу оптимизации работы станций во взаимодействии с путями необщего пользования, в том числе, оптимизации очередности обслуживания этих путей. В качестве критерия при этом принимались, как правило, затраты времени маневровых локомотивов на подачи и уборки вагонов, а также простой вагонов в ожидании обслуживания. В настоящее время, когда годовые выплаты ОАО «РЖД» по претензиям и искам

достигают нескольких миллиардов рублей, в критерии оптимизации транспортных процессов необходимо включить возможные ущербы, связанные с нарушениями договорных условий перевозки грузов и обслуживания путей необщего пользования.

4. Нормативные документы, регулирующие взаимоотношения станций и путей необщего пользования, не достаточно полно охватывают весь спектр взаимоотношений и не всегда четко регламентируют вопросы организации их совместной работы и взаимной ответственности. Нормативно-правовые документы в сфере взаимодействия магистрального и промышленного транспорта не учитывают таких особенностей работы транспорта в настоящий период, как отсутствие у ОАО «РЖД» собственного подвижного состава. Не созданы новые указания по разработке единых технологических процессов, нет методики расчета прописываемого в договорах времени, в течение которого перевозчик должен убрать вагоны с пути необщего пользования или подать их на эти пути и др.

5. Научные разработки в области взаимодействия железнодорожных станций и путей необщего пользования должны учитывать новые экономические условия функционирования железнодорожного транспорта.

ГЛАВА 2 ПРОБЛЕМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТАНЦИЙ ПРИМЫКАНИЯ И ПУТЕЙ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

2.1 Экспертная оценка проблем взаимодействия

Для выявления проблем взаимодействия между станциями примыкания и путями необщего пользования был проведен экспертный опрос с последующим анализом экспертных оценок [16]. В качестве экспертов опрашивались работники путей необщего пользования, проходящие курсы повышения квалификации в системе Желдорнадзора (г. Хабаровск). Экспертная группа включала 34 человека. Качество экспертов определялось таким фактором, как их компетентность по рассматриваемой проблеме. Все они занимаются погрузкой или выгрузкой опасных грузов на путях необщего пользования. Методом оценки компетентности экспертов являлось тестирование, для этого была разработана специальная тест-анкета. Отвечая на вопросы теста, эксперт показал знания объекта исследования – взаимодействие станции примыкания и пути необщего пользования. По данным оценки выявлено, что все эксперты компетентны.

На рассмотрение экспертов выносился вопрос: «Какие проблемы существуют во взаимоотношениях Вашего пути необщего пользования и обслуживающей станции?». Было указано конечное множество вариантов ответов (O_1, O_2, O_3, O_4) : - задержка по вине перевозчика подачи вагонов, сгущенное прибытие вагонов, просрочка доставки грузов, задержка по вине перевозчика уборки вагонов. Эксперты отнесли каждый вариант к одному из сформулированных в анкете уровней $(k = 1, 2, 3)$: 1 - слабо влияет на функционирование рассматриваемой системы; 2 - влияет умеренно; 3 - сильно влияет. Результаты экспертных оценок представлены в таблице 2.1 [9].

Таблица 2.1 – Матрица взаимосвязей и расчет коэффициента конкордации

Эксперт	Фактор			
	Просрочка доставки груза	Задержка по вине перевозчика подачи вагонов	Задержка по вине перевозчика уборки вагонов	Сгущенное прибытие вагонов
1	2	3	4	5
1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}
2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}
· · ·	...	...	...	...
J	X_{j1}	X_{j2}	X_{j3}	X_{j4}
· · ·	...	...	...	...
M=34	X_{m1}	X_{m2}	X_{m3}	X_{m4}
Сумма рангов	55	35	45	25
Отклонения от средней суммы рангов	-12,5	-32,5	-22,5	-42,5
Квадраты отклонений	156,25	1056,25	506,25	1806,25

Наибольшая частота регистрации наблюдается у фактора «просрочка доставки груза». Просрочка доставки груза может произойти и в пути следования, особенно, если расстояние перевозки значительное, но, поскольку почти половину времени оборота вагонов на сети составляют простои на станциях погрузки и выгрузки, то не считать работу этих станций фактором просрочки нельзя. Далее по убыванию следуют: «задержка по вине перевозчика уборки вагонов», «задержка по вине перевозчика подачи вагонов», «сгущенное прибытие вагонов». Согласованность мнений экспертов оценивалось с помощью коэффициента конкордации W . Расчетное значение $W=0,967$ свидетельствует о сильной согласованности мнений экспертов [9]. Результат экспертной оценки

проблем взаимодействия подтверждает факт увеличения количества исков, подаваемых ветевладельцами за несвоевременную уборку вагонов с железнодорожных ПНП [39, 46, 47].

2.2 Анализ арбитражных дел практики взаимодействия станции примыкания и путей необщего пользования

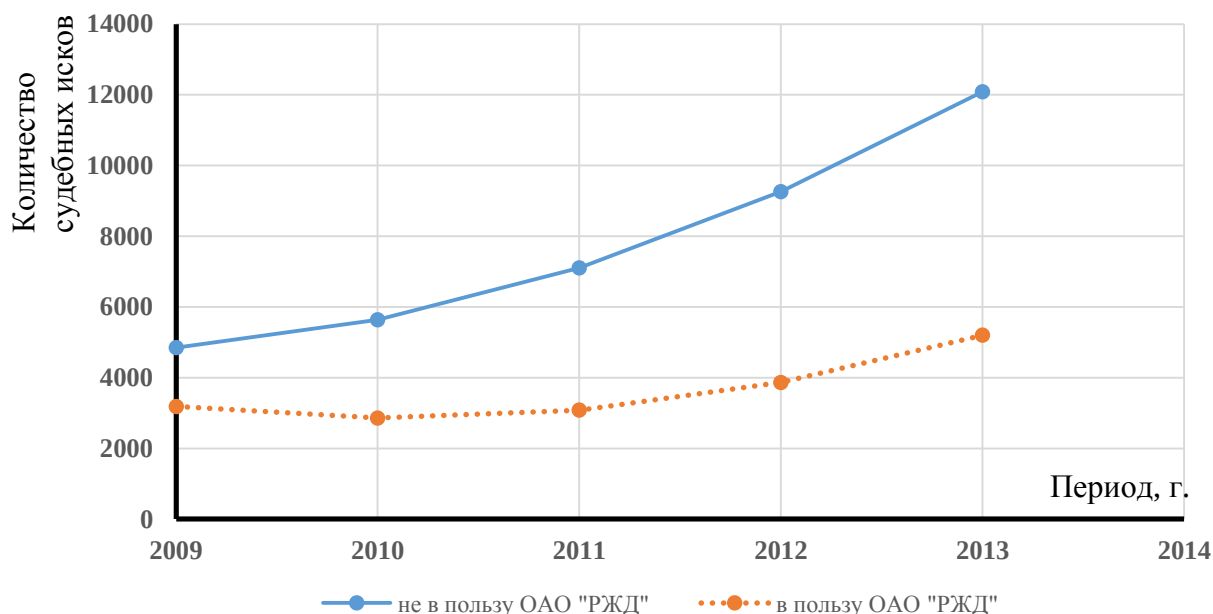
Для определения проблем, возникающих в системе «станция примыкания – пути необщего пользования», выявления причин и размеров взаимных претензий был проведен анализ данных банка решений арбитражных судов (рисунок 2.1) [46].

При проведении анализа были положены определенные условия:

- рассматривались документы со следующими параметрами: тип документа – «решение»; статус – «только завершённые»; участник дела – «ОАО «РЖД»;
- период рассмотрения судебных исков принят 2009-2013 гг., причем только иски, в которых ОАО "РЖД" выступает в качестве ответчика;
- для определения количества исков о взыскании штрафа за просрочку доставки груза по вине перевозчика использовались следующие атрибуты поиска в банке решений: текст документа - «пени», «просрочка, доставки», «взыскание, пени», «пени, просрочка, доставки», «97, Устав»; участник дела – ОАО «РЖД»; период поиска – год;
- если в одном деле содержались два и более спорных вопроса, например, пени за просрочку доставки груза и штраф за задержку подачи вагонов, то дело принималось к обработке с атрибутом «пени за просрочку доставки».

Следует отметить, что в картотеке находятся не все дела, в которых ОАО «РЖД» выступает в качестве ответчика, так как до Арбитражного суда спор

может разрешиться в досудебном порядке или, как вариант, дело находится на рассмотрении в Арбитражном суде, и еще не получило статус «завершено».



Источник: составлено автором

Рисунок 2.1 – Количество судебных исков, в которых ОАО "РЖД" выступает в качестве ответчика

Проведенный анализ подтверждает мнение экспертов, что основными штрафными выплатами для перевозчика являются уплата штрафов за просрочку доставки груза, задержку подачи и уборки вагонов, задержку приема вагонов с железнодорожного пути необщего пользования (при работе собственного локомотива). Это подтверждает достоверность приведенной выше экспертной оценки. За последние годы, по заявлению работников станций, значительно увеличилось количество претензий, поданных ветевладельцами за несвоевременную уборку вагонов с железнодорожных путей необщего пользования.

Количество арбитражных дел, связанных с просрочкой доставки груза, решения по которым приняты, составило 2885, 2896, 1539 исков за 2012 г., 2013 г. и 7 месяцев 2014 г. соответственно. Число исков с такими атрибутами, как

«задержка сдачи вагонов по вине перевозчика», «задержка приема вагонов с ПНП по вине перевозчика», «задержка уборки вагонов с ПНП по вине перевозчика» составило: 6370, 9187 исков за 2012, 2013 годы соответственно. За последние годы увеличилось количество исков, поданных ветвевладельцами за несвоевременную уборку с железнодорожных путей необщего пользования.

Таким образом, число исков и суммы, выплаченные по решениям Арбитражных судов за нарушение ОАО «РЖД» условий договоров значительны и не могут не учитываться, и серьезно влияют на финансовые итоги ОАО «РЖД».

2.3 Финансовые ущербы в системе «станция примыкания – пути необщего пользования»

На стыке «станция примыкания – железнодорожные пути необщего пользования» возникает множество штрафных выплат, некоторые из которых не учитываются в существующих моделях работы грузовых станций (например, выплата штрафов за несвоевременную подачу и уборку вагонов и т.п.). Кроме того, анализ исследований показал, что разработанные модели функционирования станции примыкания и ПНП не учитывают такого параметра, как ущерб.

Существующие критерии выбора оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтов (в частности минимум вагоно-часов в ожидании подачи или уборки) в условиях профицита вагонов на сети уже не являются определяющими.

Правила, по которым оценивают величину ущерба, прописаны в таких документах, как Устав железнодорожного транспорта и Правила перевозок грузов [114], [71].

Штраф за задержку подачи и уборки вагонов, например, зависит от времени задержки, числа вагонов в задержанной группе и определяется в соответствии со статьей 100 [114]. Ветвевладельцы все чаще требуют выплаты штрафов за нарушение договоров на эксплуатацию ПНП и на подачу и уборку вагонов, что

приводит к снижению прибыли перевозчика. В качестве примера можно привести арбитражное дело № А60-33886/2012 [Приложение 2]. Ссылаясь на нарушение ОАО «РЖД» сроков приёмки вагонов с железнодорожных путей необщего пользования, общество «Газпромтранс» в соответствии со статьей 100 Федерального закона от 10.01.2003 № 18 «Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации» взыскало с ОАО «РЖД» штраф в размере 3,6 млн. руб. Штрафы в системе «станция примыкания – пути необщего пользования» бывают большие, поэтому возможность их выплат необходимо учитывать.

На основе анализа документов, регламентирующих вопросы взаимодействия станции примыкания и ПНП, сформирована карта ущербов, которая представлена в таблице 2.2 [24].

Таблица 2.2 – Формулы для расчета ущербов в системе «станция примыкания – пути необщего пользования»

Причина ущерба	Формула для определения штрафных выплат
Задержка по вине перевозчика подачи вагонов	$R_n = 0.2 \cdot MPOT \cdot t_3 \cdot \eta \cdot n_1$ $t_3 = \begin{cases} \alpha_1 = 1, f\{t_y, T_{обсл, n}^{дог}, t'_\phi\} \\ \alpha_1 = 0, t_3 = 0 \end{cases}$
Задержка по вине перевозчика уборки вагонов	$R_y = 0.2 \cdot MPOT \cdot t_3 \cdot \eta \cdot n_1$ $t_3 = f\{t'_y, T_{обсл, y}^{дог}, t'_\phi\}$
Задержка приема вагонов с ПНП	$R'_y = 0.2 \cdot MPOT \cdot t_3 \cdot \eta \cdot n_1$ $t_3 = f\{t_c, t'_c\}$
Просрочка доставки груза	$R_{cd} = 0.09 \cdot P \cdot \text{int} \left\{ N(t_{yсм}, t_n) \right\}$

Размеры штрафов за задержку подачи или уборки вагонов по вине станции определяются в соответствии со статьей 100 [114], а за просрочку доставки – по статье 97 [114].

В таблице использованы следующие символьные обозначения:

где МРОТ – минимальный размер оплаты труда, руб.; t_3 – величина задержки вагонов по вине перевозчика, ч.; t_y – время уведомления о готовности вагонов к подаче, ч; α_1 – наличие договорного срока $T_{обсл,n}^{дог}$ на ожидание подачи вагонов на места погрузки, выгрузки или железнодорожные выставочные пути ($\alpha_1 = 1$ – договорной срок прописан в договоре на эксплуатацию ПНП или договоре на подачу и уборку вагонов; $\alpha_1 = 0$ – не прописан); $T_{обсл,n}^{дог}$ – договорной срок на ожидание подачи вагонов на места погрузки, выгрузки или железнодорожные выставочные пути (из договора), ч; $T_{обсл,y}^{дог}$ – договорной срок на ожидание уборки вагонов с мест погрузки, выгрузки или железнодорожного выставочного пути, ч.; η – коэффициент, увеличивающий размер штрафа, зависит от рода вагона. Определяется в зависимости от рода подвижного состава. Если цистерны, цементовоз, бункерные полувагоны, минераловозы, другой специализированный подвижной вагон, то $\eta = 2$. Если рефрижераторные вагоны, транспортеры, то $\eta = 3$. Во всех остальных случаях - $\eta = 1$; t'_y – уведомление от владельца ПНП о готовности вагонов к уборке, ч; t_{ϕ} – фактическое время уборки вагонов, ч; t'_{ϕ} – фактическое время подачи вагонов, ч; n_1 – количество задержанных вагонов; t_c – момент возвращения вагонов на железнодорожные выставочные пути и готовность к сдаче их перевозчику, ч; t'_c – момент фактической сдачи вагонов перевозчику, ч; P – плата за перевозку грузов, руб.; N – количество суток просрочки доставки груза; $t_{уст}$ – уставной срок доставки, сут.; t_n – календарное время прибытия грузовой отправки на станцию назначения, сут.; $R_{сд} - P < 0$ –

условие, что пени за просрочку доставки грузов R_{cd} не может превышать значения провозной платы P .

Рассмотрим на примере как определить ущерб, используя таблицу 2.2.

Обслуживание рассматриваемого ПНП осуществляется локомотивом перевозчика. Уведомление о готовности полувагонов к уборке передано в момент $t'_y = 14 \text{ ч } 12 \text{ мин}$. Договорной срок на уборку вагонов равен $T_{обсл,у}^{дог} = 3 \text{ ч}$.

Фактическое время уборки вагонов составило $t_{\phi} = 19 \text{ ч } 16 \text{ мин}$. Количество вагонов в ожидании уборки составило $n_1 = 11$ ваг. Возникла задержка уборки вагонов по вине перевозчика. Время задержки составит:

$$t_3 = \text{int} \left(\left(19 \text{ ч } 16 \text{ мин} - \left(14 \text{ ч } 12 \text{ мин} + 3 \text{ ч} \right) \right) - 15 \text{ мин} \right) = 2 \text{ ч}$$

Значение ущерба определится как $R_y = 0.2 \cdot 100 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 11 = 440 \text{ руб}$.

2.4 Методика расчета договорного времени ожидания подачи и уборки вагонов на пути необщего пользования

Размер штрафных санкций за несоблюдение договорных сроков обслуживания ПНП (подача и уборка вагонов) локомотивом станции зависит от продолжительности задержки обслуживания и числа задержанных вагонов. При этом если минимальное время ожидания маневровой обработки ПНП установлено Правилами перевозок грузов (два часа), то верхнего оправданного предела времени ожидания не установлено. Важность правильного определения указанных сроков можно понять на примере станции Хабаровск-I. Станция обслуживает нефтеперерабатывающий завод (НПЗ) с большим объемом выгрузки нефти и погрузки нефтепродуктов. В договоре на эксплуатацию этого ПНП прописан срок, в течение которого станция должна убрать вагоны после

уведомления об окончании грузовой операции – два часа. Довольно часто станция не может выдержать этот срок, за что вынуждена платить штрафы по претензиям ветвевладельца. Причина несоблюдения срока – большая загрузка (до 90%) горловины парка станции, обслуживающего НПЗ. Парк имеет короткие пути, длина формируемых составов 70-80 вагонов, при этом управление стрелками ручное, то есть станция и не может выполнить договорной срок ожидания обслуживания по технической причине.

В диссертационной работе сделана попытка разработать некоторые рекомендации по определению договорных сроков, в течение которых станция должна подать вагоны под выгрузку после оформления документов или убрать их после получения уведомления о готовности вагонов к уборке [17]. При этом не рассматриваются ограничения этих сроков из условий норм времени нахождения вагонов на станции погрузки и выгрузки, экономической целесообразности капитальных вложений на увеличение путевого развития станций и снижение загрузки маневровых локомотивов с целью ускорения обслуживания грузовых фронтов.

Необходимо отметить, что при определении этого времени следует учитывать множество условий работы станций примыкания, порядка поступления вагонов, работы маневровых локомотивов. Рекомендации разработаны на основе следующих условий:

1. методика расчета максимально допустимого, оправданного техническим оснащением и технологией работы станции примыкания времени ожидания обслуживания ($T_{обсл}^{дог}$), должна быть достаточно простой для использования и понятной обеим сторонам договора;

2. расчет $T_{обсл}^{дог}$ должен учитывать особенности работы станции, обслуживающей НПЗ;

3. принцип расчета $T_{обсл}^{дог}$ основывается на определении размера очереди на обслуживание НПЗ маневровым локомотивом станции примыкания.

Предполагается, что группа вагонов для рассматриваемого грузового фронта обслужится последней, даже если она прибыла в одном составе с вагонами на другие ПНП. Это допущение в сторону увеличения $T_{обсл}^{дог}$ нивелируется тем, что методика не учитывает возможные технологические сбои в работе станции, задерживающие обслуживание ПНП;

4. расчет $T_{обсл}^{дог}$ ведется в условиях высокой степени неопределенности (как равномерности поступления местных вагонов на станцию, количества и размера подач и уборок, так и времени на их выполнение);

5. расчет $T_{обсл}^{дог}$ выполняется аналитическим методом. Результатом расчета является величина максимально допустимого (оправданного) времени ожидания обслуживания.

Варианты обслуживания грузовых фронтов могут быть следующие:

1 – на обслуживании грузовых фронтов всей станции или отдельного маневрового района может быть занят один локомотив,

2 – на обслуживании грузовых фронтов могут использоваться два и более локомотива без специализации их на обслуживании разных маневровых районов. В случае жесткой специализации локомотивов по объектам грузовой работы определяется для каждого района отдельно.

3 – локомотив, обслуживающий все ПНП или какой-то маневровый район, выполняет кроме подачи и уборки вагонов и другие маневровые операции (расформирование, формирование, обслуживание станций участка, подача вагонов на весы и др.).

Среднее время ожидания подачи или уборки в системе без приоритетов зависит от среднесуточного числа групп вагонов N_{n-y} , подаваемых или убираемых с грузовых фронтов, среднего времени на подачу или уборку вагонов, среднего числа групп вагонов в подаче, подаваемых или убираемых с

последовательно расположенных грузовых фронтов, продолжительности работы локомотивов Θ (час).

Для одного локомотива, работающего круглосуточно, это время определится как

$$\Theta = 24 - t_{техн}, \quad (2.1)$$

где $t_{техн}$ - технологическое время на пересменку локомотивных бригад и техническое обслуживание локомотива, час.

Для двух и более локомотивов, работающих без специализации,

$$\Theta = (24 - t_{техн}) \cdot N_{лок}, \quad (2.2)$$

где $N_{лок}$ - число локомотивов.

При использовании локомотивов на других k дополнительных работах

$$\Theta = (24 - t_{техн}) \cdot N_{лок} - \sum_{i=1}^k t_i^{доп}, \quad (2.3)$$

где $t_i^{доп}$ - время занятия локомотивов другой работой.

В это время может быть включено и время занятия горловин парков и путей, задействованных при подаче и уборке вагонов. Так, если обслуживание ПНП производится с пересечением главных путей, то занятость их операциями приема, отправления и пропуска поездов повлияет на время ожидания подачи или уборки.

Последнюю формулу расчета возможного времени использования локомотивов на подаче и уборке вагонов на пути необщего пользования можно считать универсальной для всех вариантов обслуживания ПНП.

Учитывая, что может быть совмещение в одной подаче нескольких групп вагонов для разных ПНП, расположенных в одном районе, а также совмещение подачи с уборкой вагонов на одном ПНП, необходимо ввести коэффициент совмещения подач, как среднее количество групп вагонов в одной подаче

(уборке) - (k_c). При неравномерном поступлении вагонов может быть введен коэффициент неравномерности (k_H).

Тогда среднюю величину очереди на подачу можно записать

$$\lambda = \frac{N}{n - y} \cdot 24 \cdot k_H \cdot k_c \quad (2.4)$$

При явно выраженной сезонной неравномерности прибытия вагонов расчет может вестись отдельно для разных сезонов.

Для определения время ожидания подачи или уборки вагонов надо знать среднее для станции примыкания время цикла выполнения одной подачи или уборки ($T_{\text{ц}}$). Оно зависит от расстояния подач-уборок и набора выполняемых операций (подборка подачи, непосредственное следование локомотива, остановки для открывания и закрывания ворот, перевода стрелок, расстановка вагонов на фронте и др.).

$$T_{\text{обсл}}^{\text{дог}} = \lambda \cdot T_{\text{ц}} \quad (2.5)$$

Если рассматриваемый ПНП находится на промежуточной или на грузовой станции, куда вагоны прибывают сборным или передаточным поездом соответственно и маневровое обслуживание производится локомотивом станции или поездным локомотивом, то максимальное время на ожидание подачи определится также по формуле

$$T_{\text{обсл}}^{\text{дог}} = N_{\text{ср}} \cdot T_{\text{ц}}, \quad (2.6)$$

где $N_{\text{ср}}$ - среднее количество подач, приходящихся на один сборный или передаточный поезд.

Если промежуточная станция обслуживается локомотивом соседней станции, то время ожидания подачи должно быть увеличено на время, в течение

которого указанный локомотив может начать работы на рассматриваемой станции.

Время же, в течение которого вагоны должны быть убраны с ПНП после обработки, теоретически определится по формуле

$$T_{обсл}^{дог} = \tau_{ср} - t_{груз}, \quad (2.7)$$

где $\tau_{ср}$ - интервал (из графика местной работы) между сборными поездами, с которыми приходят и уходят вагоны рассматриваемого пути необщего пользования, час; $t_{груз}$ - среднее время выполнения грузовых и дополнительных операций с вагонами на рассматриваемом ПНП, час.

Теоретически же срок грузовой обработки вагонов на ПНП далеко не всегда выполняется, и вагоны могут не успеть отправиться с ближайшим сборным поездом. В этом случае время, в течение которого перевозчик должен убрать вагоны с ПНП, должно быть не больше, чем интервал между сборными поездами того направления, куда отправляются обработанные вагоны. То есть

$$T_{обсл}^{дог} = \tau_{ср}. \quad (2.8)$$

Договорное время ожидания обслуживания ПНП должно находиться в интервале от двух часов, установленных Правилами перевозок грузов, до максимально допустимого и оправданного времени, расчет которого предлагается выполнять по предложенной методике.

Следует отметить, что если на станции примыкания установлена некая очередность обслуживания ПНП, то в формулы 2.5 и 2.6 должны быть внесены изменения, касающиеся размера очереди на маневровое обслуживание рассматриваемого пути.

Разработанные рекомендации позволят определить верхний предел времени ожидания обслуживания ПНП локомотивом станции [Приложение 3]. В том

случае, когда очередь на обслуживание конкретного грузового фронта известна, рассчитанное время и должно стать договорным сроком ожидания обслуживания.

Выводы по главе 2

1. Исходя из статистики ОАО «РЖД» и банка данных арбитражных дел, можно сделать вывод, что в последние годы наблюдается рост сумм, выплаченных ОАО «РЖД» по причинам несвоевременного обслуживания путей необщего пользования.

2. Анализ проблем взаимодействия станций примыкания и путей необщего пользования показывает, что большая часть взаимных претензий сторон связана с нарушением договорных условий обслуживания ПНП. К этим нарушениям относится задержка подачи вагонов на ПНП, задержка уборки вагонов, а также просрочка доставки грузов.

3. Размер штрафов за несвоевременную подачу и уборку вагонов зависит от продолжительности задержки обслуживания сверх срока, прописанного в договорах на эксплуатацию путей необщего пользования и в договорах на подачу и уборку вагонов. В диссертации предложены рекомендации для определения договорного времени ожидания обслуживания путей необщего пользования локомотивом станции.

4. Управление ущербами в системе «станция примыкания – пути необщего пользования» позволит снизить суммы выплат по штрафным санкциям. Для управления ущербами необходимо определить последовательность выполнения комплекса работ и технологических зависимостей в системе обслуживания грузовладельцев.

ГЛАВА 3 ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ СТАНЦИИ ПРИМЫКАНИЯ И ПУТЕЙ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

3.1 Технология обслуживания железнодорожных путей необщего пользования

3.1.1 Технология взаимодействия при обслуживании пути необщего пользования локомотивом перевозчика

Общие положения, на которых строятся взаимоотношения между железными дорогами и промышленными предприятиями – владельцами железнодорожных ПНП, определены в Уставе железнодорожного транспорта [114]. Однако каждый ПНП и обслуживаемые на нем предприятия имеют свои особенности: протяженность и профиль пути, путевое развитие, способы организации передвижения вагонов (движение организованных поездов или только маневровая работа), типы, мощность и принадлежность локомотивов, оснащенность погрузочно-разгрузочными механизмами, расположение и емкость фронтов погрузки и выгрузки, технология работы обслуживаемого предприятия.

Эти особенности оказывают различное влияние на эксплуатационную работу как самого железнодорожного ПНП, так и станции примыкания. Но предусмотреть и регламентировать в общих положениях и нормах все эти особенности невозможно. Они отражаются в договорах на эксплуатацию ПНП и в договоре на подачу и уборку вагонов. В этих договорах должны обуславливаться конкретные взаимные обязательства железной дороги и предприятия – владельца пути (ветвевладельца), вытекающие из имеющихся особенностей эксплуатации ПНП.

Рассмотрим технологию взаимодействия при обслуживании ПНП локомотивом перевозчика.

При обслуживании железнодорожного ПНП локомотивом, принадлежащим перевозчику, вагоны подаются и убираются перевозчиком на железнодорожный ПНП (с ПНП) к местам погрузки, выгрузки. Сдача и прием вагонов с проверкой пригодности в техническом и коммерческом отношении производятся на местах погрузки, выгрузки [71].

Количество одновременно подаваемых вагонов на железнодорожный ПНП определяется по полезной длине путей, на которых расположены места погрузки, выгрузки грузов [71]. Подача и уборка вагонов на железнодорожный ПНП производятся по уведомлению перевозчиком владельца, пользователя или контрагента железнодорожного ПНП. Возможно, в некоторых случаях, осуществление уборки части погруженной или выгруженной одновременно поданной партии вагонов [71].

Время нахождения вагонов под погрузкой, выгрузкой при обслуживании железнодорожного ПНП локомотивом, принадлежащим перевозчику, исчисляется с момента фактической подачи вагонов к месту погрузки или выгрузки грузов (на основании памятки приемосдатчика) до момента получения перевозчиком от владельцев, пользователей или контрагентов железнодорожного ПНП уведомления о готовности вагонов к уборке на основании книги регистрации уведомлений и памятки приемосдатчика [71].

Для того, чтобы дать рекомендации по организации взаимодействия станции примыкания и путей необщего пользования, необходимо изучить специфику рассматриваемого процесса, протекающего в системе «станция примыкания – пути необщего пользования».

Входящий поток заявок (грузовые отправки) поступает в парк приема в прибывающих поездах, и с помощью обслуживающего аппарата (бригады осмотрщиков) производится технический и коммерческий осмотр вагонов. Время обслуживания принимаем постоянным и равным математическому ожиданию или технологической норме.

На следующей фазе происходит расформирование состава, время на расформирование зависит от длины состава и количества отцепов, а также определяется технической оснащённостью станции [100].

После расформирования входящий поток заявок обслуживается маневровым локомотивом – производится подача и уборка вагонов на грузовые фронты. Причем маневровый локомотив может параллельно выполнять также операции по уборке вагонов с грузовых фронтов.

Маневровый локомотив как обслуживающий аппарат одновременно может быть использован на одной из фаз обслуживания: расформирование, подача вагонов на грузовые фронты, уборка вагонов с грузовых фронтов (в парк отправления), формирование поезда. Следовательно, в такой ситуации возникает вопрос о приоритетах в обслуживании заявок в какой-либо фазе обслуживания [11]. Так как очередность обработки грузовых фронтов оказывает значительное влияние на общее время простоя вагонов, то различные приоритеты должны быть присвоены не только операциям на отдельных фазах обслуживания, но и различным грузовым фронтам или группе фронтов [54]. Основанием представления каким-либо операциям более высокого приоритета могут служить как время пребывания заявок (вагонов) в системе (на станции), так и соображения о том, что отдельные виды работ требуют первоочередного выполнения (подача срочных грузов, уборка замыкающей группы) [54, 95].

Деятельность маневрового диспетчера характеризуется поступлением и переработкой большого объема информации в единицу времени [51]. Решение об очередности подачи и уборки на грузовые фронты основывается на количественных характеристиках процесса управления (вагоно-часы, локомотиво-часы) и собственном опыте диспетчерского персонала. При возрастании количества объектов управления возрастает вероятность принятия диспетчером решений по управлению [54], которые могут привести к возникновению ущерба.

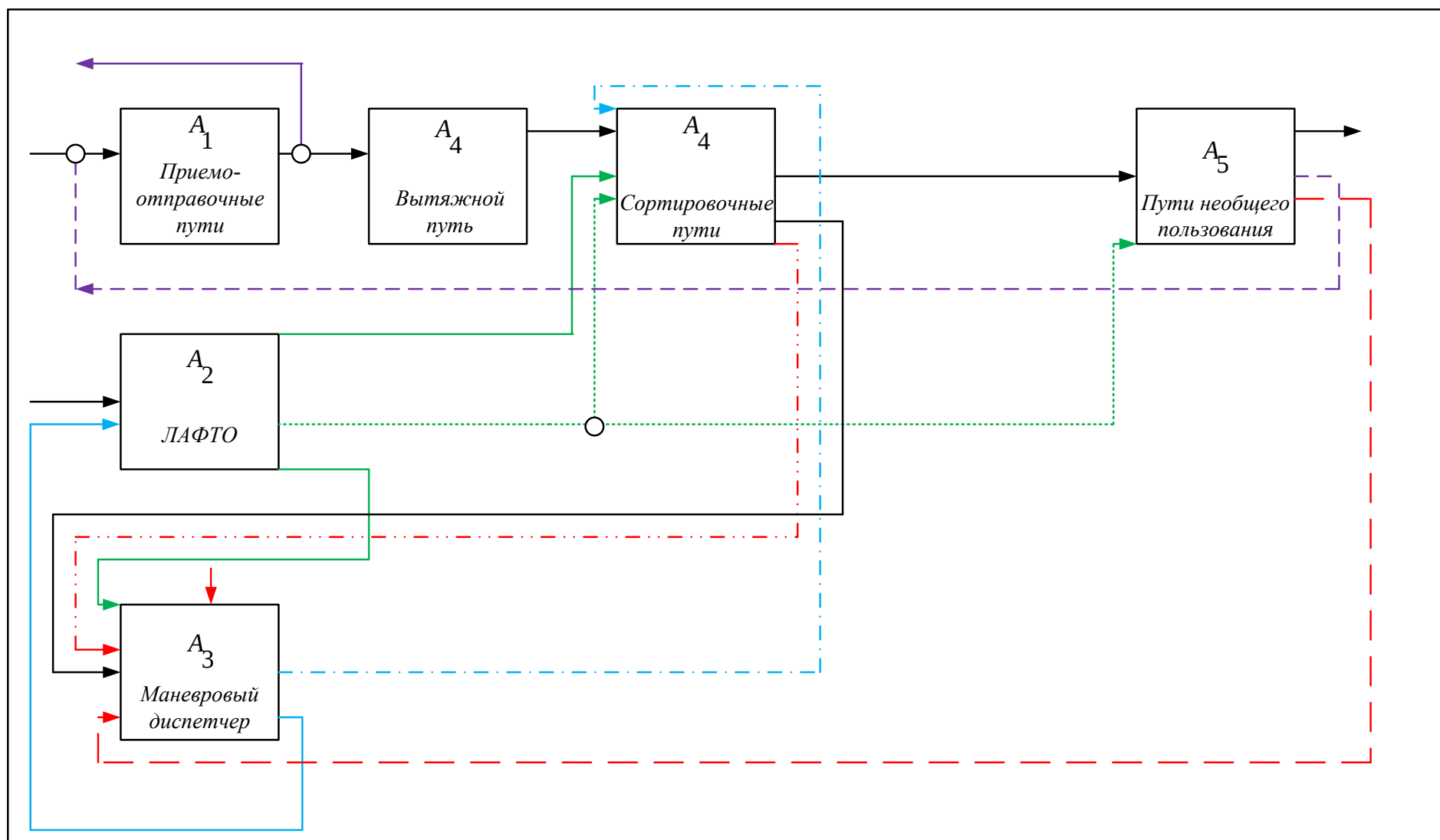
Систему «станция примыкания – пути необщего пользования», где грузовая отправка прибывает на путь необщего пользования, обслуживаемый маневровым

локомотивом станции, представим в виде элементов – преобразователей информации A_i (рисунок 3.1). Основные элементы системы:

- приемо-отправочные пути,
- пути сортировочного парка,
- линейное агентство фирменного транспортного обслуживания (ЛАФТО),
- железнодорожный путь необщего пользования,
- маневровый диспетчер (как лицо, принимающее решение),
- вытяжной путь.

Элемент A_i принимает внешние сигналы и выдает выходные. Например, для ЛАФТО входным сигналом является поступление документов на грузовую отправку, а выходным – момент раскредитования перевозочных документов.

На рисунке 3.1 показаны не только элементы-преобразователи информации, но и связи между рассматриваемыми элементами – коммуникации (передача сообщений) [22, 25, 27].



Источник: составлено автором

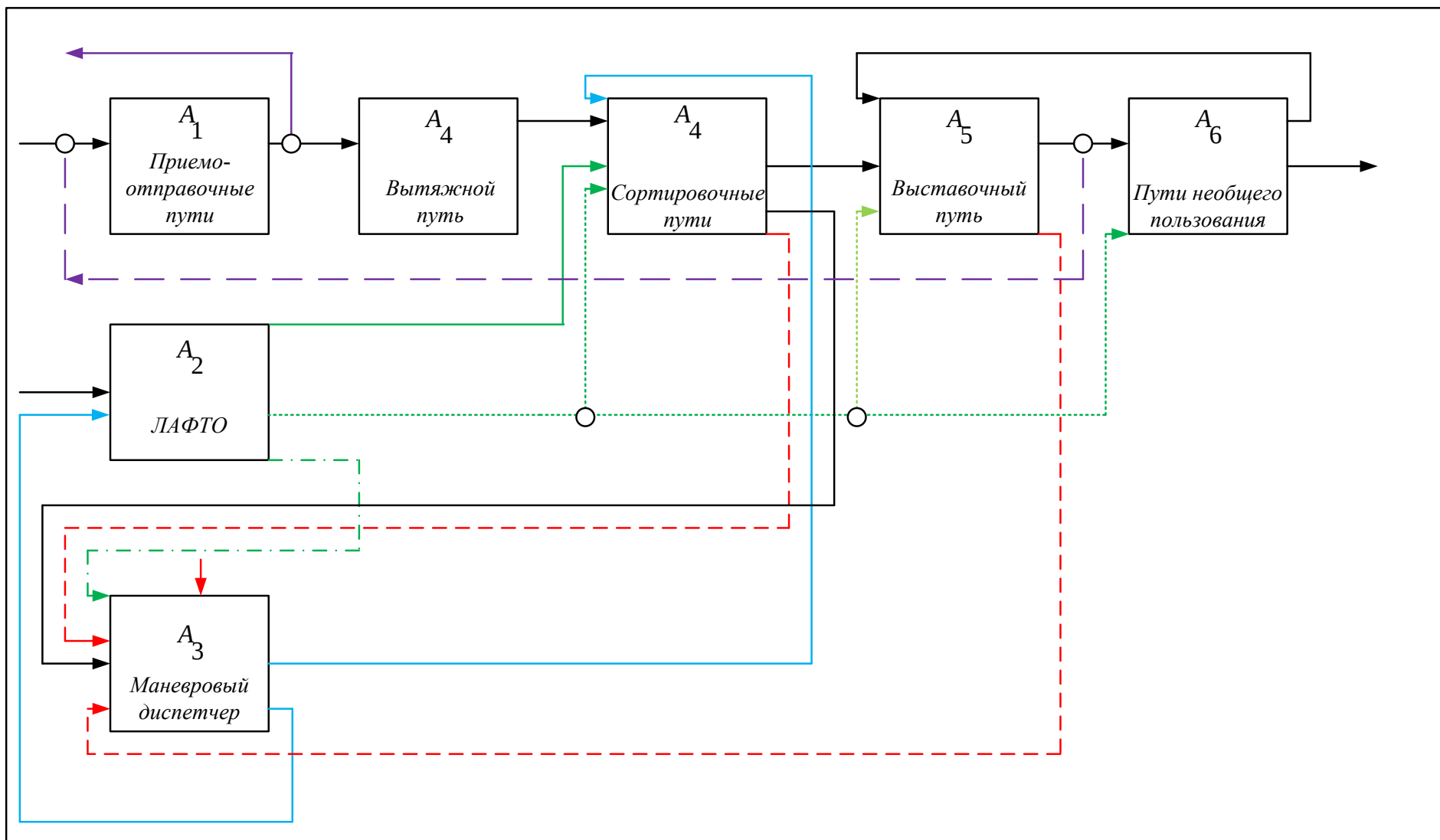
Рисунок 3.1 – Коммуникации станции примыкания и путей необщего пользования при обслуживании их маневровым локомотивом станции

3.1.2 Технология взаимодействия при обслуживании пути необщего пользования локомотивом ветвевладельца

При обслуживании железнодорожного ПНП локомотивом владельца или пользователя этого пути, с которым заключен соответствующий договор, вагоны подаются локомотивом, принадлежащим ветвевладельцу, на предусмотренные договором выставочные железнодорожные пути. Дальнейшее продвижение вагонов, расстановка их на места погрузки, выгрузки и возврат на выставочные пути обеспечиваются локомотивом владельца или пользователя железнодорожного пути необщего пользования. Выставочные железнодорожные пути могут располагаться на железнодорожных путях общего или необщего пользования. Сдача и прием вагонов с проверкой пригодности в техническом и коммерческом отношении, в том числе с грузами при обслуживании локомотивом владельца или пользователя железнодорожного пути необщего пользования – на выставочных железнодорожных путях. При передаче вагонов на выставочных железнодорожных путях количество одновременно подаваемых вагонов определяется по полезной длине выставочного железнодорожного пути [71].

Время нахождения вагонов на железнодорожных путях необщего пользования, обслуживаемых локомотивом владельца или пользователя этих путей, исчисляется с момента передачи вагонов на железнодорожных выставочных путях на основании памятки приемосдатчика до момента их возвращения на железнодорожные выставочные пути и сдачи их перевозчику на основании книги регистрации уведомлений и памятки приемосдатчика [71].

Систему «станция примыкания – пути необщего пользования», где грузовая отправка прибывает на путь необщего пользования, обслуживаемый маневровым локомотивом ветвевладельца, представим в виде элементов-преобразователей информации A_i (рисунок 3.2) [22, 25, 27].



Источник: составлено автором

Рисунок 3.2 – Коммуникации станции примыкания и путей необщего пользования при обслуживании их маневровым локомотивом ветвевладельца

Отметим, что представленные выше формализованные описания грузовой отправки, прибывающей на ПНП, при той или иной принадлежности обслуживающего локомотива (рисунки 3.1, 3.2), являются вариативными, и рассмотрено только одно из множеств этих вариантов, с целью подтвердить, что в процессе функционирования системы «станция примыкания – ПНП» происходит взаимодействие отдельных ее элементов. Это взаимодействие находит свое выражение в передаче команд управления от одного элемента системы к другому и в наличии обратных связей.

3.2 Сетевой график обслуживания железнодорожных путей необщего пользования

Наиболее просто процессы взаимодействия станции примыкания и ПНП можно представить на основе сетевых моделей, а именно сетевых графиков [8]. Сетевой график позволяет в графической форме представить производственный процесс, четко выразить последовательность и логическую взаимосвязь отдельных работ, составляющих процесс, выявить критические (определяющие его ход) работы и сосредоточить на них внимание [63, 88]. Основу сетевого графика составляют следующие элементы [88].

Работа – процесс, требующий затрат времени и ресурсов, предшествующий свершению какого-либо события (подача вагонов на грузовой фронт и т.п.), работа обозначается стрелкой.

Ожидание – процесс, требующий только затрат времени (ожидание подачи вагонов на грузовой фронт).

Зависимость (фиктивная работа) – вводится для отражения правильной взаимосвязи работ в сетевом графике, не требует ни времени, ни ресурсов. Зависимость показывает технологическую последовательность работ.

Событие – факт окончания одной или нескольких работ, необходимый и достаточный для возможности начала одной или нескольких других работ. Так, подача вагонов на грузовой фронт не может быть начата до тех пор, пока не свершится раскредитование документов, согласование подачи с маневровым диспетчером, передача уведомления о подаче вагонов.

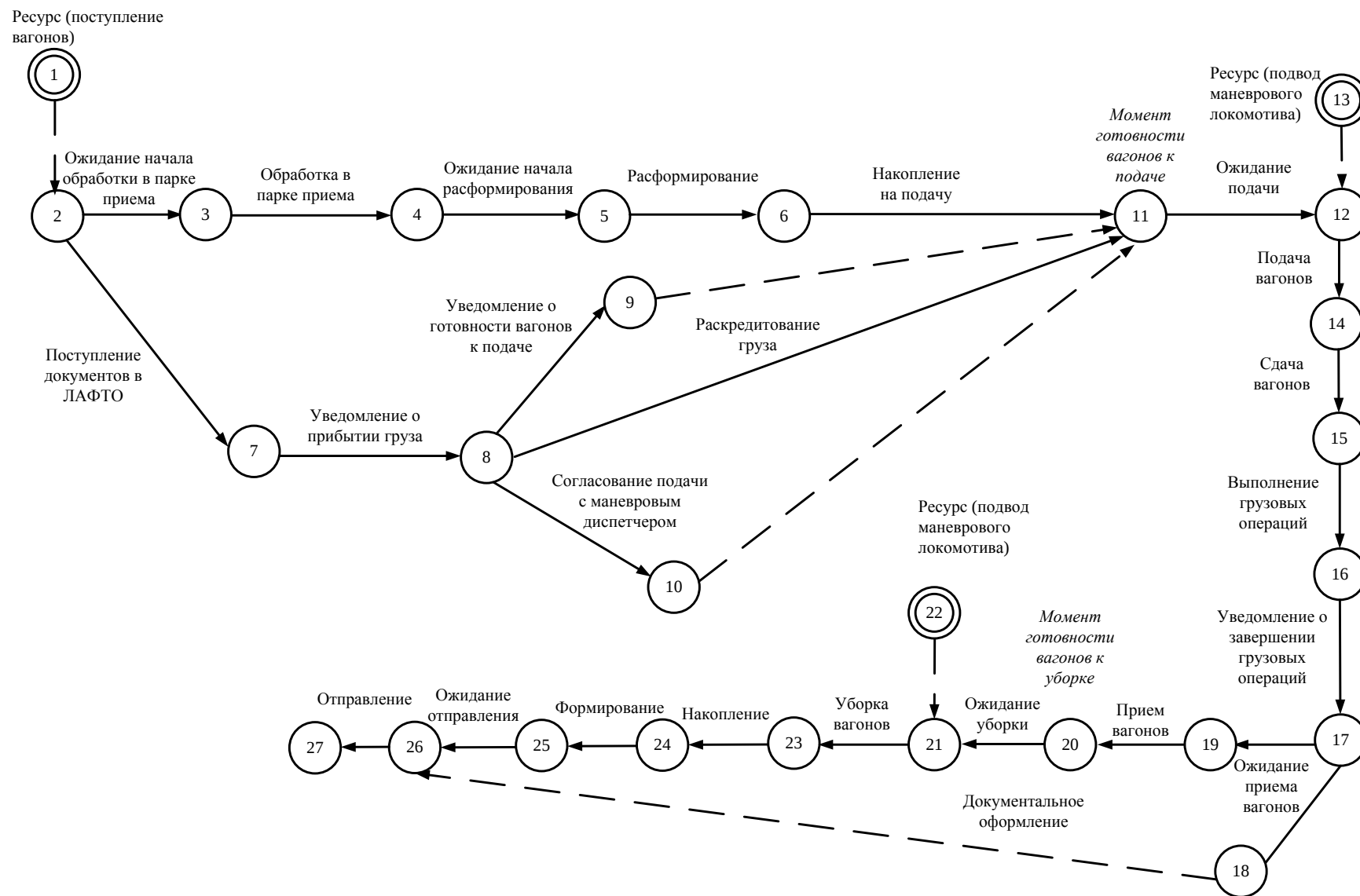
Путь – непрерывная последовательность работ.

Таким образом, сетевой график – графическое изображение комплекса работ и событий в виде стрелок и кружков, отражающее технологическую последовательность работ и их взаимосвязь. В сетевом графике между исходными и завершающими событиями имеется несколько путей, продолжительность которых зависит от продолжительности работ, составляющих эти пути.

Сетевая модель работы станции примыкания и путей необщего пользования представлена на рисунке 3.3.

При построении сетевой модели обслуживания ПНП приняты следующие допущения:

- к построению принята система «станция примыкания – пути необщего пользования», где пути необщего пользования объединены в один маневровый район;
- в системе не рассматривается последовательность работ маневрового локомотива после подачи и уборки с грузового фронта, но учитывается факт занятости маневрового локомотива;
- маневровый локомотив показан в виде ресурса, подвод его осуществляется в момент формирования подачи вагонов на ПНП (или в момент уборки);
- в сетевой модели учитываются простои в ожидании уборки, подачи вагонов на ПНП. Простои могут быть связаны с занятостью локомотива, занятостью грузового фронта, техническими факторами (излом стрелочного перевода, отказ в системе сигнализации и др.). В случае отсутствия простоя в ожидании подачи, уборки подвод маневрового локомотива в виде ресурса следует осуществить в момент готовности вагонов к подаче (уборке);



Источник: составлено автором

Рисунок 3.3 – Сетевой график обслуживания железнодорожных путей необщего пользования

- в сетевой модели не учитываются простои маневрового локомотива из-за враждебности маршрутов, смены бригад, экипировки, но это нивелируется тем, что осуществлен подвод локомотива под операцию обслуживания в виде подвода ресурса, и учтены технологические задержки вагонов при подаче и уборке.

Расчет параметров сетевого графика, как табличный, так и матричный, не представляется возможным из-за продолжительности работы (действительной, ожидания, фиктивной), значение которой зависит от параметров, учесть которые в данной сетевой модели невозможно.

Сетевой график позволяет сделать следующие выводы. Маневровый диспетчер может дать указание маневровой бригаде на обслуживание ПНП при следующих условиях:

при подаче

- грузовой фронт свободен,
- маневровый локомотив свободен,
- документы на грузовую отправку готовы;

при уборке

- маневровый локомотив свободен,
- поступил сигнал от ПНП о готовности вагонов к уборке (передача уведомления о завершении грузовой операции).

Эти моменты времени являются ключевыми при определении как очереди на обслуживание ПНП по определенному критерию, так и момента наступления ущерба.

Выводы по главе 3

1. Технология работы станции по обслуживанию путей необщего пользования зависит от многих факторов: схемы станции примыкания и грузовых фронтов, организации вагонопотока, принадлежности и числа маневровых локомотивов, наличия выставочных путей, особенностей выполнения грузовых и дополнительных операций и др.

2. Поток заявок на обслуживание в системе взаимодействия станции примыкания и пути необщего пользования состоит из групп вагонов назначением на грузовые фронты (могут быть с приоритетом, с просрочкой доставки, гружеными и порожними) и перевозочных документов. Обслуживание этих потоков в системе происходит параллельно.

3. Система «станция примыкания – пути необщего пользования» состоит из нескольких каналов обслуживания. Обслуживающие каналы – это маневровые локомотивы, выполняющие подачу и уборку местных вагонов; линейное агентство фирменного транспортного обслуживания, оформляющее документы на прибывшие под выгрузку или погруженные грузы; вытяжные пути формирования подач; маршруты следования локомотивов с вагонами. Каналы обслуживания имеют соответствующие ограничения.

4. Последовательность выполнения комплекса работ и технологических зависимостей в системе «станция примыкания – пути необщего пользования» с увязкой их выполнения во времени с учетом затрат ресурсов предложено представить с помощью сетевого графика.

ГЛАВА 4 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ «СТАНЦИЯ ПРИМЫКАНИЯ – ПУТИ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ»

4.1 Обоснование методов формализации системы «станция примыкания – пути необщего пользования»

Для исследования характеристик процесса функционирования системы «станция примыкания – пути необщего пользования» математическими методами должна быть проведена формализация этого процесса, то есть построена математическая модель [64]. Математическое моделирование для исследования характеристик процесса функционирования системы «станция примыкания – пути необщего пользования» можно разделить на аналитическое и имитационное [75, 94].

Аналитическое моделирование не позволяет учесть сложное взаимодействие элементов внутри системы «станция примыкания – пути необщего пользования». Кроме того, аналитическим методам сопутствует определенная сложность выполнения расчетов в практических условиях. Использование для анализа различных железнодорожных транспортных систем аналитических методов ограничено лишь простейшими вариантами, так как в реальных условиях рассматриваемые системы характеризуются большой сложностью отношений различных элементов, входящих в их состав.

К методам аналитического моделирования относится статистическое моделирование, которое требует для своего применения наличия большого числа законов распределений случайных величин, характеризующих работу всех элементов рассматриваемой системы. Кроме того, статистические показатели

несут в себе прошлый опыт функционирования системы, который отражает несовершенство работы системы.

Наиболее полное исследование процесса функционирования системы «станция примыкания – пути необщего пользования» можно провести, если известны явные зависимости, связывающие искомые характеристики с начальными условиями, параметрами и переменными системы [95]. Однако нет методов для их получения. Например, момент готовности грузовой отправки к подаче определится тремя составляющими, между которыми невозможно определить зависимости: момент завершения раскредитования документов на отpravку, время согласования подачи с маневровым диспетчером, подача уведомления о готовности к подаче. Параметры работы станции примыкания и ПНП невозможно рассчитать по аналитическим формулам, характеристики элементов системы являются нелинейными (невозможно определить формульно момент готовности грузовой отправки к подаче и т.п.). В системе существуют стохастические процессы (грузовые операции на ПНП, обработка вагонов в парке приема и др.), многочисленные случайные воздействия (например, возникновение стихийного фактора), есть и приоритеты обработки вагонов при выборе очередности обслуживания грузовых фронтов [52, 81, 89, 94, 106]. Такие приоритеты могут быть по сроку доставки (в этом случае грузовые отправки, если они просрочены следует подавать так, чтобы избежать максимальных штрафных выплат), по эксплуатационным затратам (обеспечение минимума эксплуатационных затрат) [116].

При имитационном моделировании реализующий модель алгоритм воспроизводит процесс функционирования системы во времени [13]. При этом имитируются элементарные явления (подача и уборка вагонов на грузовые фронты, перестановка вагонов для выполнения грузовых операций и т.д.) с сохранением их последовательности протекания во времени. Это позволяет по исходным данным получить сведения о состояниях процесса в определенные моменты времени [94]: количество вагонов в ожидании подачи и уборки на

грузовые фронты, величина очереди грузовых отправок на обслуживание, свободу маневрового локомотива, свободу грузового фронта.

Моделирование работы рассматриваемой транспортной системы позволит осуществлять выбор оптимальной очередности подачи и уборки вагонов с учетом ущербов. Имитация также позволит в любой момент времени иметь представление о грузовой отправке в форме «ярлыка», в котором фиксируются такие компоненты как: время до истечения срока доставки (в случае, если в данный момент срок доставки не истек); величину ущерба применительно к конкретному ПНП (как в случае, если возникла финансовая ответственность, так и в случае прогноза ее наступления); возможность подачи (уборки) грузовой отправки на ПНП (учитывая факторы – свободу маневрового локомотива, грузового фронта, готовность документов на отставку); время до момента, когда могут наступить штрафные санкции (например, штраф по вине перевозчика за задержку уборки вагонов с ПНП).

Проектируемая имитационная модель функционирования рассматриваемой системы должна удовлетворять следующим принципам [120]:

адекватно описывать технологию работы системы, учитывая основные наиболее влияющие на нее факторы (состояние маневрового локомотива, занятость или свободу грузового фронта, выставочного пути, тяговая характеристика маневрового локомотива станции примыкания и др.);

быть динамической, то есть показывать изменение характеристик системы во времени (количество вагонов в ожидании подачи, уборки вагонов; время, оставшееся до календарной подачи, уборки вагонов и др.);

допускать учет случайных факторов, так как их влияние на показатели работы системы очень велико, например, технические неисправности;

допускать оценку экономической эффективности различных вариантов организации технологического процесса работы станции примыкания и путей необщего пользования (например, размер выплат по штрафным санкциям на запрашиваемый момент времени, который определится от того или иного варианта обслуживания ПНП).

Система «станция примыкания – пути необщего пользования» относится к классу вероятностных систем. Рассматриваемая транспортная система также является поликомпонентной (больше одного элемента в системе), динамической (изменяет свое состояние во времени), сложной (достаточно разветвленная, но поддающаяся описанию), слабо формализованной, дискретной. В реальных условиях для системы «станция примыкания – пути необщего пользования» продолжительность операций на всех фазах обслуживания клиентов является случайной величиной и оказывает существенное влияние на показатели работы станции [95].

К настоящему времени в научной литературе по эксплуатации железных дорог можно выделить следующие основные подходы при построении математических моделей процессов функционирования системы «станция примыкания – пути необщего пользования» [94]:

- дискретно-стохастический (конечные автоматы);
- непрерывно-стохастический (системы массового обслуживания);
- обобщенный, или универсальный (агрегативные системы).

По способу описания динамики объекта моделирования (взаимодействие в системе «станция примыкания – пути необщего пользования») можно использовать такой вид имитационного моделирования, как системная динамика (поведение системы во времени в зависимости от структуры элементов системы и взаимодействия между ними). При переходе от словесного описания системы к формальному представлению процесса ее функционирования в виде некоторой математической модели (аналитической или имитационной) требуется определить математическую схему. Математическую схему можно определить, как звено при переходе от содержательного к формальному описанию процесса функционирования системы с учетом воздействия внешней среды, т.е. имеет место цепочка «описательная модель – математическая схема – аналитическая или (и) имитационная) модель» [99]. Исходя из этого, процесс взаимодействия станции примыкания и путей необщего пользования, можно реализовать на основе агрегатов.

Агрегатам можно сопоставить функционирование отдельных фаз многофазной системы массового обслуживания – грузовой станции. В частности, агрегатами можно интерпретировать функционирование элементов процесса работы агентства фирменного транспортного обслуживания, маневровых локомотивов, выполняющих подачу и уборку вагонов, грузового фронта и т.п.

Агрегативные модели (системы) позволяют описать взаимодействие промышленного и магистрального железнодорожного транспорта с отображением системного характера. Именно при агрегативном описании сложная система «станция примыкания – пути необщего пользования» расчленяется на конечное число частей (подсистем), сохраняя при этом связи, обеспечивающие их взаимодействие.

В связи с выше изложенным предлагается создать модель функционирования станции примыкания и путей необщего пользования на основе имитационной модели, как наиболее полно отвечающей поставленной цели исследования - разработке алгоритма для принятия решений по оптимизации маневрового обслуживания грузовых фронтов, а грузовую отправку, как элемент рассматриваемой системы, представить в виде агрегатов [18, 19]. Разработка агрегативных схем с анализом входных, выходных и управляющих сигналов дает возможность точнее представить производственный процесс, протекающий в рассматриваемой системе [12], в оперативном режиме иметь полную информацию о грузовой отправке с тем, чтобы принимать оптимальное решение по организации обслуживания грузовых фронтов.

Реализация на персональных компьютерах алгоритмических моделей агрегата может дать возможность решать задачи качественного анализа такой сложной системы как система взаимодействия станции примыкания и ПНП. К одной из таких задач относится задача выбора оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтов.

Для того чтобы дать рекомендации по рациональной организации системы «станция примыкания – пути необщего пользования» [98] необходимо представить модель системы в виде агрегативной схемы и затем дать

математическое описание процесса как системы, функционирование которой основано на базе А-схемы.

Исходя из условий функционирования системы можно сделать вывод, что наиболее применима агрегативная система Н.П. Бусленко [14]. Учитывая сложность рассматриваемой системы и влияние случайных факторов, для исследования системы целесообразно использовать математическую схему динамической системы с дискретным вмешательством случая, принцип функционирования которой приведен в [12, 14].

4.2 Формализация процессов взаимодействия станции примыкания и путей необщего пользования

4.2.1 Теория агрегатов как метод формализации процессов

Наиболее известным общим подходом к формальному описанию процессов функционирования систем является подход, предложенный Н.П. Бусленко [12]. Этот подход позволяет описывать поведение непрерывных и дискретных, детерминированных и стохастических систем, т. е. является обобщенным (универсальным) и базируется на понятии агрегативной системы, представляющей собой формальную схему общего вида, которую будем называть А-схемой [12]. В качестве элемента А-схемы выступает агрегат.

Для представления системы необходимо иметь описание как его элементов A_j , так и взаимодействия между элементами. Агрегат есть объект, задаваемый множествами моментов времени T , входных сигналов X , управляющих сигналов g , внутренних состояний Z , выходных сигналов Y , подмножествами $Z^{(Y)}$ и

операторами переходов U (в новое состояние) и выходов W (рисунок 4.1). Для построения формального понятия системы остается выбрать достаточно удобные способы формализации и математического описания взаимодействия между агрегатами.

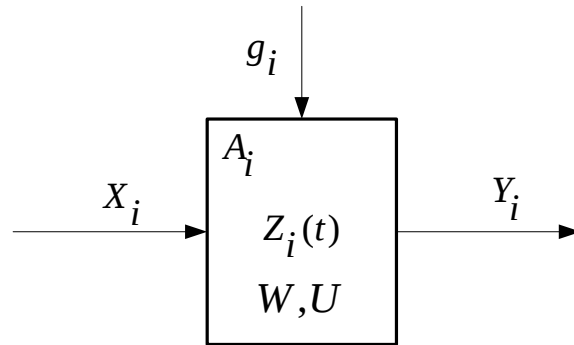


Рисунок 4.1 – Схема агрегата [14]

Агрегат находится в одном из счетного числа состояний, каждое из которых характеризуется набором дискретных и непрерывных переменных и имеет X входных и Y выходных полюсов. Переход системы из одного состояния в другое описывается путем изменения значений переменных. Функционирование агрегата определяется на множестве моментов времени $T = \{t_0, t_1, t_2, \dots, t_z\}$, в которые происходят одно или несколько событий.

Каждый A_n как элемент А-схемы в рамках принятых предположений о механизме обмена сигналами достаточно охарактеризовать множеством входных контактов [14], которое обозначим $\{X_i^{(n)}\}$, множеством выходных контактов, которое обозначим $\{Y_j^{(n)}\}$. Полученная пара множеств $\{X_i^{(n)}\}, \{Y_j^{(n)}\}$ является математической моделью элемента A_n , используемого для его формального описания. Прямоугольники, помеченные буквами A_1, A_2 и т.д., обозначают агрегаты A - системы. Функционирование A - системы связано с переработкой информации, передача которой показана стрелками.

В диссертационном исследовании при описании агрегатов «приемо-отправочные пути», «сортировочные пути», «маневровая вытяжка» рассматриваются подмножества Z_y и соответствующие им выходные сигналы y , операторы W и U в момент времени t_1 такой, что $z_1(t) = 0$ по причине того, что грузовые отправки могут рассматриваться маневровым диспетчером в очереди на обслуживание только при условии, что они имеют сигнал «готовность к подаче (уборке)».

4.2.2 Математическая модель системы «станция примыкания – пути необщего пользования»

Пусть в начальный момент времени $t_0 \in T$ динамическая система находится в начальном состоянии z_0 , где z_0 - внутренняя точка замкнутого пространства состояний системы Z . Под воздействием внешних и внутренних причин система, находящаяся в каждый момент времени t в одном из возможных состояний z_t , способна переходить из одного состояния в другое [12, 14].

Входной сигнал x_t , поступающий в систему в момент t , характеризуется координатами $x_1, x_2, \dots, x_n$ и является элементом множества X входных сигналов.

Выходной сигнал Y поступает в момент времени t

$$Y = (y_1, y_2, \dots, y_m). \quad (4.1)$$

Динамическая система как математический объект содержит в своем описании три механизма [55]:

- механизм входного сообщения X и изменения состояния под воздействием этого сигнала;
- механизм изменения состояний под действием только внутренних причин;
- механизм формирования выходного сообщения Y .

Эти механизмы описываются операторами переходов в новое состояние U и операторами выходов W [14].

$$U : T \times X \times Z \rightarrow Z, \quad (4.2)$$

$$W : T \times X \times Z \rightarrow Y. \quad (4.3)$$

Когда все движение системы состоит из скачков в моменты поступления входных сигналов, получаем вероятностные агрегаты – средство представления стохастических динамических систем с дискретным временем. Состояние агрегатов в любой момент дискретного времени отражает состояние параметров моделируемой системы.

Функции переходов типа

$$z(t) = \varphi(z(t-1), x(t)), \quad (4.4)$$

позволяют определить состояние агрегата $z(t)$ в любой момент времени t по предыдущему состоянию $z(t-1)$ и входному сигналу $x(t)$.

Функции $z(t)$ могут зависеть также от управляющих сигналов $q(t)$ и постоянных величин, называемых параметрами системы.

Вид операторов переходов U зависит от того, содержит ли рассматриваемый интервал времени моменты особых состояний агрегатов, то есть состояний в моменты получения входного, управляющего сигнала или выдачи выходного сигнала [14].

Для изучения процесса функционирования системы «станция примыкания – пути необщего пользования» методом имитационного моделирования необходимо построить его математическую модель, отражающую совокупность отношений, определяющих характеристики состояний системы в зависимости от ее параметров, входных сигналов, начальных условий и дискретного времени [12, 14, 99].

Внутренним состояниям агрегатов модели системы «станция примыкания – пути необщего пользования» придается следующий смысл:

$A_i(t)$ – количество вагонов, поступивших на станцию примыкания за время $(t, t + 1)$;

$m_l(t)$ – состояние маневрового локомотива (1 – работает, 0 – свободен);

$g_j(t)$ – состояние грузового фронта (1 – свободен, 0 – занят);

$d_j(t)$ – количество вагонов назначением на j -ый путь необщего пользования;

$U_j^n(t)$ – состояние уведомления о готовности вагонов к подаче на грузовой фронт (1 – передано, 0 – не передано);

$U_j^3(t)$ – состояние уведомления о завершении грузовых операций (1 – передано, 0 – не передано);

T_{hk}^ϕ – момент освобождения h -го ПНП в k -ом грузовом районе;

T_{lk}^l – момент освобождения l -го маневрового локомотива в k -ом грузовом районе.

Характеристики процесса, протекающего в системе «станция примыкания – пути необщего пользования» (состояния агрегатов индикаторов):

$N_j(t)$ – количество вагонов, ожидающих подачи (уборки) на j -ый ПНП в период времени $(t, t + 1)$;

$\alpha(t)$ – признак просрочки доставки груза;

T_{cd} – время до истечения срока доставки груза на станции примыкания (для грузовой отправки, пришедшей на станцию без просрочки доставки);

$\beta(t)$ – признак задержки подачи вагонов;

T_n – время до истечения договорного времени ожидания подачи;

$\gamma(t)$ – признак задержки уборки вагонов;

T_y – время до задержки уборки вагонов;

$R_j(t)$ – величина ущерба;

τ_{ik}^n – момент готовности подачи вагонов в k -ом маневровом районе;

τ_{ik}^y – момент готовности уборки вагонов из k -ого маневрового района.

θ_i – время прибытия очередной группы вагонов на j -ый ПНП.

При построении математической модели взаимодействия станции примыкания и железнодорожных путей необщего пользования использовались следующие обозначения для постоянных величин-параметров системы:

1. Время на прием группы вагонов (пути приема, отправления). Принимается равным технологической норме;
2. Тяговая, тормозная характеристика маневрового локомотива станции примыкания;
3. Время на подачу-уборку вагонов;
4. Взаимное расположение грузовых фронтов;
5. Вместимость грузового фронта;
6. γ_j – возможность совмещения подачи и уборки вагонов (1 – подача и уборка могут быть совмещены, 0 – подача и уборка не совмещаются);
7. Ставка 1 локомотиво-часа работы маневрового локомотива
8. Ставка 1 вагоно-часа
9. $T_{обсл, n}^{дог, j}(t)$ – договорной срок на ожидание подачи вагонов на места погрузки, выгрузки или железнодорожные выставочные пути необщего пользования;

10. $T_{обсл,у}^{дог, j}(t)$ – договорной срок на ожидание уборки вагонов с мест погрузки, выгрузки или железнодорожных выставочных путей.

Систему «станция примыкания – пути необщего пользования» можно представить в виде агрегативной схемы, каждый агрегат которой характеризует состояние определенного элемента реальной моделируемой системы (рисунок 4.2) [26].

В производственной системе «станция примыкания – пути необщего пользования» можно выделить следующие агрегаты [41, 74]:

A_1 – пути парка приема;

A_2 – линейное агентство фирменного транспортного обслуживания;

A_3 – маневровый диспетчер (лицо, принимающее решение);

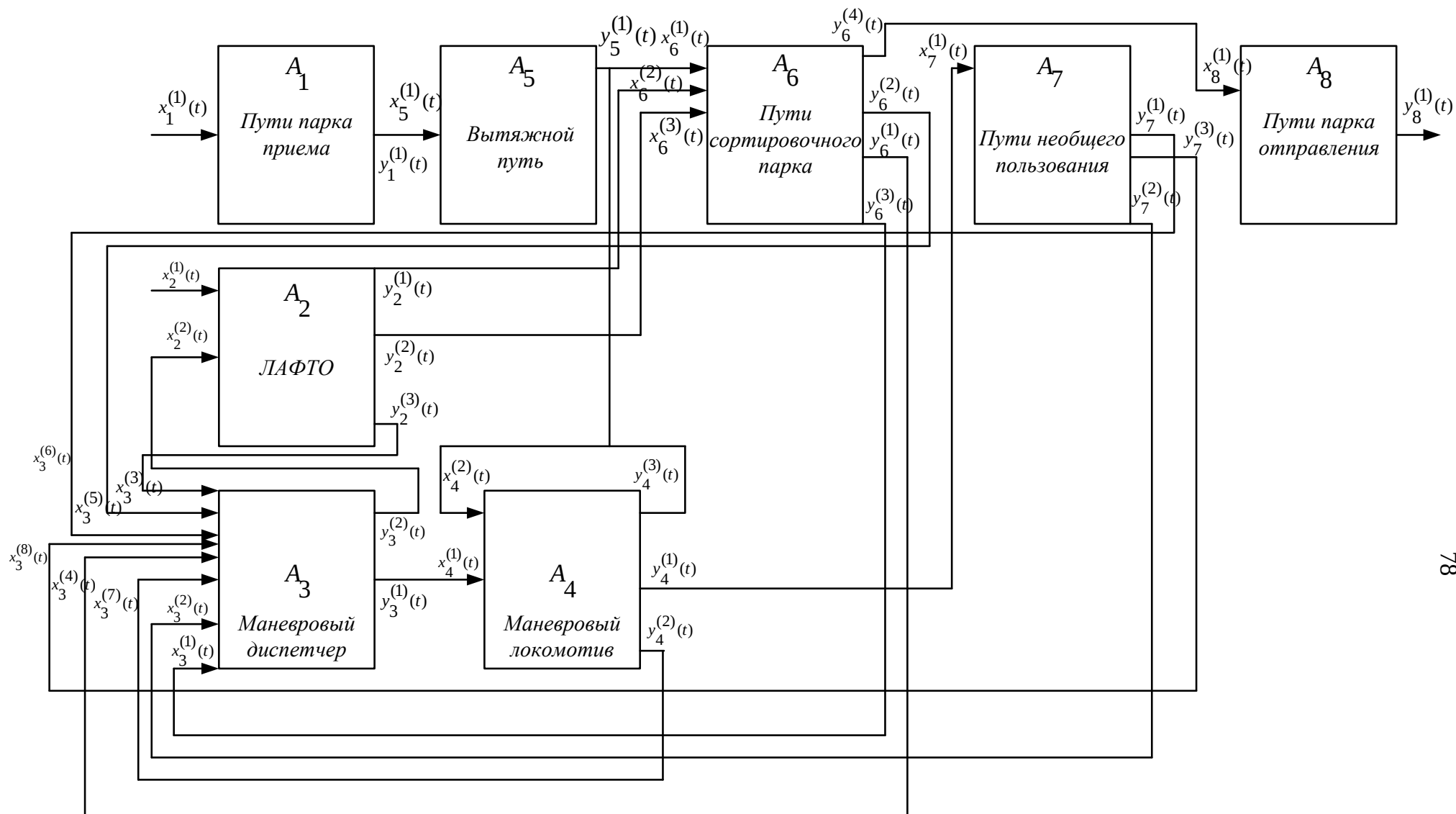
A_4 – маневровый локомотив;

A_5 – вытяжной путь;

A_6 – пути сортировочного парка;

A_7 – железнодорожные пути необщего пользования;

A_8 – пути парка отправления.



Источник: составлено автором

Рисунок 4.2 – Структура агрегативной модели системы «станция примыкания – пути необщего пользования»

Рассмотрим агрегативное состояние отдельных элементов рассматриваемой системы [15, 28].

Агрегативное состояние элемента «пути парка приема»

Представим в виде агрегата A_1 пути парка приема.

В качестве особого состояния принимается факт поступления очередной группы поездов.

Входное сообщение

$$X_1(t) = x_1^{(1)}(t), \quad (4.5)$$

где $x_1^{(1)}(t)$ – входящий поток вагонов (совокупность моментов прибытия вагонов $\tau_j^{(1)}$ и параметр A , соответствующий величине поступившей группы).

$$X_1(t) = (\tau_j^{(1)}, A). \quad (4.6)$$

Длительность обслуживания заявки в агрегате A_1 составит $\eta_j = \psi(A, \beta_1)$,

где β_1 – конструктивный параметр агрегата (число бригад ПТО).

Выходное сообщение

$$Y_1(t) = (y_1^{(1)}(t)), \quad (4.7)$$

где $y_1^{(1)}(t)$ – совокупность моментов окончания обработки состава в агрегате;

$$y_1^{(1)}(t) = (A, \beta_1, t_1). \quad (4.8)$$

Состояние агрегата A_1 можно охарактеризовать вектором $z(t) \in Z$ со следующими компонентами:

$z_1(t)$ – временем, оставшимся до окончания обслуживания заявки, которая находится на обслуживании.

Пусть в момент времени t_1 состояние агрегата достигает подмножества $Z_y^{(1)}$. Значение t_1 определяется из соотношения $z_1(t_1) = 0$. Это означает, что обслуживание очередной заявки закончилось. В момент t_1 агрегат выдает выходной сигнал $y = (1, A, \beta_1, t_1)$.

Оператор выходов W_1 задается следующим равенством:

$$W_1 = z_1(t_1 + 0) = z_1(t_1). \quad (4.9)$$

В полуинтервале $[t_n, t_{n+1}]$ между «особыми» моментами t_n, t_{n+1} , к которым относятся моменты поступления в агрегат входных сигналов и выдачи агрегатом выходных сигналов, состояния агрегата изменяется по закону, определяемому оператором U_1 .

$$U_1 = z_1(t) = z_1(t_n + 0) - (t - t_n). \quad (4.10)$$

Агрегативное состояние элемента «линейное агентство фирменного транспортного обслуживания (ЛАФТО)»

В качестве особого состояния можно принять факт поступления очередной группы документов на грузовые отправки.

Входное сообщение

$$X_2(t) = x_2^{(1)}(t), x_2^{(2)}(t), \quad (4.11)$$

где $x_2^{(1)}(t)$ – входящий поток документов на прибывшие грузовые отправки;

$x_2^{(2)}(t)$ – время подачи вагонов, согласованное с маневровым диспетчером;

$$x_2^{(1)}(t) = (\tau_j^{(2)}, C_j). \quad (4.12)$$

Выходное сообщение

$$Y_1(t) = (y_2^{(1)}(t), y_2^{(2)}(t)), \quad (4.13)$$

где $y_2^{(1)}(t)$ – признак того, что уведомление о подаче вагонов под выгрузку подано в момент $t_2^{(1)}$, $y_1(t) = (0;1)$; $y_2^{(2)}(t)$ – признак «груз раскредитован» в момент времени $t_2^{(2)}$, $y_2(t) = (0;1)$.

Состояние агрегата A_2 характеризуется вектором $z(t) \in Z$ со следующими компонентами:

$z_1(t)$ – время, оставшееся до момента уведомления грузополучателя о подаче вагонов;

$z_2(t)$ – время, оставшееся до момента раскредитования груза.

В момент времени $t_2^{(1)}$ состояние агрегата достигает подмножества $Z_y^{(1)}$.

Значение $t_2^{(1)}$ определяется из соотношения $z_1(t_2^{(1)}) = 0$. Это означает, что уведомление о подаче вагонов подано. В момент $t_2^{(1)}$ агрегат выдает выходной

сигнал $y = \left(1, \alpha_j, t_2^{(1)}\right)$,

где α_j – параметр грузовой отправки

$$\alpha_j = \cup(\alpha_1, \alpha_2), \quad (4.14)$$

где α_1 – наличие договорного срока $T_{обсл}^{дог}$ ожидания подачи вагонов на места погрузки, выгрузки или железнодорожные выставочные пути необщего пользования, величина; α_2 – договорной срок $T_{обсл}^{дог}$ ожидания уборки вагонов с мест погрузки, выгрузки или железнодорожных выставочных путей, величина.

В момент времени $t_2^{(2)}$ состояние агрегата достигает подмножества $Z_y^{(2)}$.

Значение $t_2^{(2)}$ определяется из уравнения $z_1(t_2^{(2)}) = 0$, это означает, что груз раскредитован. В момент $t_2^{(2)}$ агрегат выдает выходной сигнал $y = \left(1, t_2^{(2)}\right)$.

В полуинтервале $[t_n, t_{n+1}]$ между «особыми» моментами t_n, t_{n+1} , к которым относятся моменты поступления в агрегат входных сигналов и выдачи агрегатом выходных сигналов, состояния агрегата изменяется по закону, определяемому оператором U_1 .

$$U_2^{(1)} = z_1(t) = z_1(t_n + 0) - (t - t_n), \quad (4.15)$$

$$U_2^{(2)} = z_2(t) = z_2(t_n + 0) - (t - t_n). \quad (4.16)$$

Агрегативное состояние элемента «маневровый диспетчер»

В качестве особого состояния принимается факт обслуживания путей необщего пользования при рассчитанной очередности.

Входное сообщение

$$X_3(t) = (x_3^{(1)}(t), x_3^{(2)}(t), x_3^{(3)}(t)), \quad (4.17)$$

где $x_3^{(1)}(t)$ – сигнал от агрегата «пути сортировочного парка» о наличии вагонов к подаче k -ой заявки; $x_3^{(2)}(t)$ – сигнал от агрегата «пути необщего пользования» о готовности к уборке i -ой заявки; $x_3^{(3)}(t)$ – сигнал от агрегата «ЛАФТО» о согласовании времени j -ой подачи; $x_3^{(4)}(t)$ – признак «срок доставки груза истек», 1 – истек, 0 – не истек; $x_3^{(5)}(t)$ – сигнал о возникновении задержки подачи вагонов на ПНП; 1 – задержка подачи, 0 – задержки подачи нет; $x_3^{(6)}(t)$ – сигнал о возникновении задержки уборки вагонов с ПНП; 1 – задержка уборки, 0 – задержки уборки нет; $x_3^{(7)}(t)$ – сигнал от агрегата «маневровый локомотив» о его свободности (1 – работает, 0 – свободен); $x_3^{(8)}(t)$ – признак «грузовой фронт свободен» (0 – свободен, 1 – занят).

Выходное сообщение

$$Y_3(t) = (y_3^{(1)}(t), y_3^{(2)}(t)), \quad (4.18)$$

где $y_3^{(1)}(t)$ – сигнал в агрегат «маневровый локомотив» о начале обслуживания l -ой группы ПНП (согласно рассчитанной очереди обслуживания); $y_3^{(2)}(t)$ – сигнал о согласовании времени подачи с ЛАФТО.

Состояние агрегата A_3 характеризуется вектором $z(t) \in Z$ со следующими компонентами:

$z_3^{(1)}(t)$ – время, оставшееся до начала обслуживания группы ПНП;

$z_3^{(2)}(t)$ – время, оставшееся до согласования времени подачи с ЛАФТО.

В момент времени $t_3^{(1)}$ состояние агрегата достигает подмножества $Z_3^{(1)}$.

Значение $t_3^{(1)}$ определяется из соотношения $z_3^{(1)}(t_3^{(1)}) = 0$. В момент $t_3^{(1)}$ агрегат

выдает выходной сигнал $y = \left(1, R_{ord}, t_3^{(1)}\right)$.

В момент $t_3^{(2)}$ агрегат выдает выходной сигнал $y = \left(1, t_3^{(2)}\right)$.

$$U_3^{(1)} = U_3^{(1)} = z_3(t) = z_3(t_n + 0) - (t - t_n). \quad (4.19)$$

Агрегативное состояние элемента «вытяжной путь»

Представим в виде агрегата вытяжной путь.

В качестве особого состояния принимается факт начала поступления составов из агрегата A_1 (парка приема).

Входное сообщение

$$X_5(t) = (x_5^{(1)}(t)), \quad (4.20)$$

где $x_5^{(1)}(t)$ – выходящий поток из агрегата A_1 , т.е. совокупность моментов окончания технического осмотра составов и готовности их к расформированию на вытяжном пути.

$$X_5(t) = (\tau_j^{(5)}, A). \quad (4.21)$$

Длительность обслуживания заявки в агрегате A_5 составит

$$\psi_j = \psi(A, \beta_5), \quad (4.22)$$

где β_5 – конструктивный параметр агрегата A_5 .

Выходное сообщение

$$Y_5(t) = (y_5^{(1)}(t)), \quad (4.23)$$

где $y_5^{(1)}(t)$ – совокупность моментов окончания расформирования;

$$y_5^{(1)}(t) = (A, \beta_5, t_5). \quad (4.24)$$

Состояние агрегата A_5 охарактеризуем вектором $z(t) \in Z$ со следующими компонентами:

$z_5^{(1)}(t)$ – время, оставшееся до окончания обслуживания заявки (для заявки, которая находится на обслуживании).

Пусть в момент времени t_5 состояние агрегата A_5 достигает подмножества $z_5^{(1)}$. Значение t_5 определяется из соотношения $z_5^{(1)}(t_5) = 0$. Это означает, что обслуживание очередной заявки закончилось. В момент t_5 агрегат выдает выходной сигнал $Y_5 = (1, A, \beta_5, t_5)$.

Оператор выходов W_5 задается следующим равенством:

$$W_5 = z_5^{(1)}(t_1 + 0) = z_5^{(1)}(t_1). \quad (4.25)$$

В полуинтервале $[t_n, t_{n+1}]$ между «особыми» моментами t_n, t_{n+1} , к которым относятся моменты поступления в агрегат входных сигналов и выдачи агрегатом выходных сигналов, состояния агрегата изменяется по закону, определяемый оператором U_5 .

$$U_5 = z_5^{(1)}(t) = z_5^{(1)}(t_n + 0) - (t - t_n). \quad (4.26)$$

Агрегативное состояние элемента «пути сортировочного парка»

Представим в виде агрегата A_6 пути сортировочного парка.

В качестве особого состояния принимается факт начала обслуживания группы ПНП согласно рассчитанной очереди.

Входное сообщение

$$X_6(t) = (x_6^{(1)}(t), x_6^{(2)}(t), x_6^{(3)}(t), x_6^{(4)}(t)), \quad (4.27)$$

где $x_6^{(1)}(t)$ – входящий поток заявок; $x_6^{(2)}(t)$ – признак «груз раскредитован»,

$x_6^{(2)}(t) = (0;1)$; $x_6^{(3)}(t)$ – признак того, что уведомление о подаче вагонов под

выгрузку подано, $x_6^{(3)}(t) = (0;1)$

Выходное сообщение

$$Y_6(t) = (y_6^{(1)}(t), y_6^{(2)}(t), y_6^{(3)}(t), y_6^{(4)}(t)), \quad (4.28)$$

где $y_6^{(1)}(t)$ – признак «срок доставки груза истек», 1 – истек, 0 – не истек;

$y_6^{(2)}(t)$ – сигнал о возникновении задержки подачи вагонов на ПНП; 1 –

задержка подачи, 0 – задержки подачи нет; $y_6^{(3)}(t)$ – сигнал о готовности к

подаче k -ой группы ПНП, 1 – подача готова, 0 – подача не готова; $y_6^{(4)}(t)$ –

признак «вагоны переставлены в парк отправления»

Состояние агрегата A_6 характеризуется вектором $z(t) \in Z$ со следующими компонентами:

$z_1(t)$ – время до истечения срока доставки груза;

$z_2(t)$ – время, оставшееся до начала задержки подачи;

$z_3(t)$ – время, оставшееся до момента готовности грузовой отправки к подаче;

$z_4(t)$ – время, оставшееся до выдачи выходного сигнала «вагоны переставлены в парк отправления».

Пусть в момент времени $t_6^{(1)}$ состояние агрегата достигает подмножества z_1 .

Значение $t_6^{(1)}$ определяется из соотношения $z_1(t_6^{(1)}) = 0$. Это означает, что срок доставки истек.

В момент $t_6^{(1)}$ агрегат выдает выходной сигнал $y_1 = (1, t_4^{(1)}, R_{cd})$,

где R_{cd} – величина штрафа за просрочку срока доставки;

$$R_{cd} = f(t_{cd}, \Pi). \quad (4.29)$$

$$z_2(t_6^{(2)}) = 0, y_6^{(2)} = (1, t_6^{(2)}, R_{uu});$$

где R_{uu} – величина штрафа за задержку подачи вагонов на ПНП.

$$R_{uu} = f(t_3). \quad (4.30)$$

$$z_3(t_6^{(3)}) = 0, y_6 = \left(1, t_6^{(3)}\right);$$

$$z_4(t_6^{(4)}) > 0, y = \left(t_6^{(4)}, S\right).$$

В полуинтервале $[t_n, t_{n+1})$ между «особыми» моментами t_n, t_{n+1} , к которым относятся моменты поступления в агрегат входных сигналов и выдачи агрегатом выходных сигналов, состояния агрегата изменяется по закону, определяемому оператором $U_6, i = 1 \dots 4$.

$$U_i = z_i(t) = z_i(t_n + 0) - (t - t_n). \quad (4.31)$$

Агрегативное состояние элемента «маневровый локомотив»

Представим в виде агрегата A_4 маневровый локомотив.

В качестве особого состояния принимается факт начала обслуживания группы ПНП (подача, уборка вагонов) согласно рассчитанной очереди.

Входное сообщение

$$X_4(t) = (x_4^{(1)}(t), x_4^{(2)}(t)), \quad (4.32)$$

где $x_4^{(1)}(t)$ – сигнал от агрегата A_3 «начать обслуживать k -ую группу ПНП»;

$x_4^{(2)}(t)$ – прицепка, отцепка вагонов по ПНП.

Выходное сообщение

$$Y_4(t) = (y_4^{(1)}(t), y_4^{(2)}(t), y_4^{(3)}(t)), \quad (4.33)$$

где $y_4^{(1)}(t)$ – сигнал о начале подачи (уборки) на ППП; $y_4^{(2)}(t)$ – параметр маневрового локомотива (1 – занят, 0 – свободен); $y_4^{(3)}(t)$ – прицепка, отцепка вагонов на ППП.

Пусть m_c – число вагонов в маневровом составе;

где m_i – число вагонов в подаче на грузовой фронт, ($i = 1, n$); t_i – момент начала подачи вагонов; t_m – общая продолжительность обработки маневрового района, состоящего из i объектов.

Отцепку m_i вагонов у грузового фронта можно рассматривать как выходной сигнал с отрицательным знаком и изобразить в виде отрицательной обратной связи.

Обобщенный входной сигнал представляет следующее множество

$$x = \{m_c, m_i\}. \quad (4.34)$$

Входной сигнал за полуинтервал $(0, t_m)$:

$$y_{mi} = m_i. \quad (4.35)$$

Множество выходных сигналов на интервале $(0, t_m)$

$$y_n = \sum_{i=1}^n m_i. \quad (4.36)$$

В момент $t = t_0 + t_i + 0$, состояние агрегата определится как

$$z_m(t_0 + t) = m - \sum_{i=1}^n m_i. \quad (4.37)$$

Если одновременно с подачей происходит уборка вагонов, тогда в процессе выполнения маневровых рейсов накапливаются выводимые с грузовых пунктов вагоны до величины, не превышающей m_c . Каждый раз через интервал t_i

маневровый состав пополняется группой из m_{yi} вагонов. В данной ситуации

входной сигнал представляет собой совокупность $\left\{m_c, m_i, m_{yi}\right\}$ и состояние

агрегата в момент $(t_0 + t)$, когда $t \in (t_0 + t_m)$ записывается так

$$z_m(t_0 + t) = m - \sum_{i=1}^n m_i - \sum_{i=1}^n m_{yi}. \quad (4.38)$$

Множество выходных сигналов – объединение множества i отцепок y грузовых фронтов y_n и маневрового состава, сформированного в итоге прицепки вагонов с законченными грузовыми операциями y_y , т.е.

$$y_{ny} = y_n \cup y_y. \quad (4.39)$$

В свою очередь

$$y_y = m'_c, \quad (4.40)$$

$$y_{ny} = \left(m_c \cup \sum_{i=1}^n m_i \right), \quad (4.41)$$

Состояние агрегата A_4 характеризуется вектором $z(t) \in Z$ со следующими компонентами:

$z_4^{(1)}$ – время, оставшееся до освобождения маневрового локомотива.

Агрегативное состояние элемента «железнодорожный путь необщего пользования»

Представим в виде агрегата A_7 железнодорожные пути необщего пользования.

В качестве особого состояния принимается факт передачи уведомления о завершении грузовых операций.

Входное сообщение

$$X_7(t) = (x_7^{(1)}(t)), \quad (4.42)$$

где $x_7^{(1)}(t)$ – количество вагонов, подаваемых на ПНП или убираемых с ПНП.

Выходное сообщение

$$Y_7(t) = (y_7^{(1)}(t), y_7^{(2)}(t)), \quad (4.43)$$

где $y_7^{(1)}(t)$ – сигнал о возникновении задержки уборки вагонов с ПНП; $y_7^{(2)}(t)$ – признак «уведомление о завершении грузовой операции передано»; $y_7^{(3)}(t)$ – признак «грузовой фронт свободен», 0 – свободен, 1 – занят.

Состояние агрегата A_7 характеризуется вектором $z(t) \in Z$ со следующими компонентами:

$z_7^{(1)}(t)$ – время, оставшееся до подачи уведомления о завершении грузовой операции;

$z_7^{(2)}(t)$ – время, оставшееся до возникновения задержки уборки вагонов с ПНП локомотивом перевозчика.

Агрегативное состояние элемента «пути парка отправления»

Представим в виде агрегата A_8 пути парка отправления.

В качестве особого состояния принимается факт поступления очередной группы вагонов.

Входное сообщение

$$X_1(t) = x_8^{(1)}(t), \quad (4.44)$$

где $x_8^{(1)}(t)$ – входящий поток вагонов.

$$X_1(t) = (\tau_k^{(1)}, B). \quad (4.45)$$

Длительность обслуживания заявки в агрегате A_8 составит $\eta_j = \psi(B, \beta_8)$.

где β_8 – конструктивный параметр агрегата (число бригад осмотрщиков).

Выходное сообщение

$$Y_1(t) = (y_8^{(1)}(t)), \quad (4.46)$$

где $y_8^{(1)}(t)$ – совокупность моментов окончания обработки состава в агрегате A_8 .

$$y_8^{(1)}(t) = (B, \beta_8, t_1). \quad (4.47)$$

Состояние агрегата A_8 можно охарактеризовать вектором $z(t) \in Z$ со следующими компонентами:

$z_8^{(1)}(t)$ – временем, оставшимся до окончания обслуживания заявки, которая находится на обслуживании.

4.2.3 Условные функционалы переходов состояний системы «станция примыкания – пути необщего пользования»

Переход из одного состояния в другое осуществляется, если выполняется определенное условие, заданное в виде логических команд, иначе управление переходит к следующей команде. Таким образом, условный переход – изменение

порядка выполнения действий в соответствии с результатом проверки некоторого условия. Функционал – это отображение, заданное на произвольном множестве и имеющее числовую область значений. Наиболее часто условный переход имеет две стадии: на первой происходит сравнение между собой некоторых величин, определяющих условие перехода, на второй выполняется сам переход.

Совокупность отношений, определяющих характеристики состояний системы в зависимости от ее параметров, входных сигналов, начальных условий и времени, приведены в таблице условных функционалов переходов, выражающей соответствие высказываний и функционалов (рисунок 4.3) [23, 55].

Таблица представляет каждое из заданного ограниченного множества событий определенным выходным сигналом. Условимся сопоставлять строки таблиц переходов и выходов входным сигналам агрегатов, а столбцы – состояниям. Таким образом, в таблицах переходов – выходов основным сигналам соответствуют четырнадцать строк.

Известно несколько алгоритмов получения таблиц переходов и выходов по множествам входных последовательностей. В [30] наиболее подробно рассмотрена общая задача синтеза агрегата по регулярным выражениям. В [1] наряду с вышеуказанными вопросами самостоятельно рассматривается задача построения таблиц переходов–выходов агрегата, заданного соответствиями между входными и выходными последовательностями. Поскольку в [1, 30] рассматривается общая постановка задачи и даются общие алгоритмы ее решения, то изложенные в них результаты могут быть, очевидно, применены и в данном случае.

Основная идея алгоритма построения таблицы переходов состоит в том, чтобы под воздействием входящих сигналов в агрегате совершался последовательный ряд переходов, приводящий к некоторому состоянию, в котором агрегат выдает соответствующий этому описанию выходной сигнал.

Под действием сигналов агрегат совершает переход из начального состояния Z_0 в состояния $Z_1, Z_2, \dots, Z_i$ соответственно.

При построении основной части описания агрегативной модели – таблицы условных функционалов переходов – функционалы имеют безусловный вид и вся таблица записывается в виде последовательности формул.

В построенной модели выходные сигналы совпадают численно – с внутренним состоянием агрегатов. Поэтому вложить систему функций выходов в данном случае нет необходимости.

Таблица условных функционалов содержит 25 функционалов.

Дадим пояснения к построению модели не в традиционной полуфункциональной (по-агрегативной) форме, а в виде констатации отдельных свойств, общих для нескольких функционалов:

- момент готовности грузовой отправки к подаче не определяется, а принимается как факт (к моменту готовности к подаче грузовая отправка находится на путях сортировочного парка, документы на отpravку раскредитованы);

- значение величины простоя в ожидании подачи (уборки), определяется для каждой отправки, конечным значением простоя является момент начала подачи (уборки) на выбранные ПНП, промежуточные значения не вычисляются (промежуточными считается значение, если грузовая отправка на момент начала подачи вагонов на ПНП не принята к обслуживанию. В этом случае она ставится снова в очередь на обслуживание, и так несколько циклов до момента принятия ее к обслуживанию);

- эксплуатационные затраты по маневровому обслуживанию района считаются конечными переходами. Рассматривается вариант, при котором группа ПНП принята к такому варианту обслуживания, который сформирован на основе критерия минимума эксплуатационных затрат. Процесс сортировки ПНП по затратам не приводится, только отображаются расчеты для обеспечения процесса сортировки (затраты и основные величины, по которым можно определить эти затраты);

- состояния агрегатов моделируемого процесса взаимодействия станции примыкания и ПНП являются множествами процесса. Таблица переходов –

подмножество. Зависимости в этой таблице – это часть сигналов. Из-за большого количества сигналов агрегатов невозможно прописать все состояния, поэтому составляется таблица функциональных переходов.

Величины, связанные с внутренним состоянием агрегатов и состоянием индикаторов-переходов: $\omega(t)$ – момент готовности грузовой отправки к подаче; s – признак просрочки срока доставки: 0 – срок доставки истек, 1 – не истек; $T_{cd}(t)$ – время до истечения срока доставки грузовой отправки; $R_{cd}^{III}(t)$ – величина штрафа за просрочку доставки груза; $T_{OBSL}^{ДОГ}$ – договорное время ожидания подачи и уборки вагонов на пути необщего пользования; $\delta(T_{OBSL}^{ДОГ})$ – признак, что в договоре прописана величина $T_{OBSL}^{ДОГ}$: 1 – прописана, 0 – не прописана; $T_{II}^{ОЖ}$ – простой в ожидании подачи; T_{yb} – момент подачи уведомления перевозчиком о готовности к подаче; $p(t)$ – признак задержки подачи: 1 – задержана, 0 – не задержана; $T_{II}^3(t)$ – продолжительность задержки подачи; $T_{II}^{ФАКТ}$ – время фактической подачи (начало); $R_{II}^{III}(t)$ – штраф за задержку подачи; $D(t)$ – количество задержанных вагонов (подача); $\Delta T_{II}^3(t)$ – время до возникновения задержки подачи; $\psi(t)$ – момент готовности к уборке; $u(t)$ – признак задержки уборки: 1 – подача задержана, 0 – не задержана; $T_y^3(t)$ – продолжительность задержки уборки; T'_{yb} – момент уведомления о завершении грузовых операций (момент готовности к уборке); $R_y^{III}(t)$ – штраф за задержку уборки вагонов с ПНП; $T_y^{ФАКТ}$ – время фактической уборки; $B(t)$ – количество задержанных вагонов (уборка); $\mathcal{E}(t)$ – эксплуатационные затраты на подачу (уборку) (обслуживание выбранной группы ПНП); R_M – эксплуатационные затраты на маневровое обслуживание; $t_{OЖ}$ – вагоно-часы в ожидании подачи (уборки); R_B – эксплуатационные затраты на ожидание подачи, уборки вагонов, $R_1 = R_M + R_B$.

$$R_1 = R_M + R_B, \quad (4.48)$$

Предположим, что в процессе работы станции и ПНП выстроены следующие состояния для грузовой отправки (формула 4.49).

$$\begin{aligned} (\psi(t-1) + \tau) \rightarrow [u=1] \rightarrow & \left[0.2 \text{int} \left(T_y^{\text{факт}} - (T_{y\text{в}} + T_{\text{обсл}}^{\text{дог}}) - \frac{15}{60} \right) \cdot B \right] \rightarrow \\ \rightarrow & [R_1 + R_y^{\text{ш}}] \end{aligned} \quad (4.49)$$

Суть смысла формулы 4.49 состоит в следующем. Вагоны в количестве B готовы к уборке с ПНП. Уведомление о готовности к уборке передано. В момент времени $T_{\text{обсл}}^{\text{дог}} - (\psi(t-1) + \tau - T'_{yB})$ наступает задержка уборки вагонов по вине перевозчика ($u=1$). Величина задержки уборки составит $T_y^{\text{факт}} - (T_{y\text{в}} + T_{\text{обсл}}^{\text{дог}})$. Штраф за задержку уборки определится как $0.2 \text{int} \left(T_y^{\text{факт}} - (T_{y\text{в}} + T_{\text{обсл}}^{\text{дог}}) - \frac{15}{60} \right) \cdot B$. Итоговые эксплуатационные затраты по обслуживанию рассматриваемого ПНП составят $R_1 + R_y^{\text{ш}}$. Итогом перехода является изменение состояний, которые используются для определения эксплуатационных затрат $\mathcal{E}$ по обслуживанию пути необщего пользования, ожидающего уборки вагонов в количестве B .

$\omega(t)$	$\omega(t-1)+\tau$					
$s=0$				$s=1$		
$T_{c\bar{d}}(t)$	$t_{c\bar{d}}-(24-\omega(t-1)+\tau)$				-	
$R_{c\bar{d}}^{\text{III}}(t)$	-				$0,09\cdot(\omega(t-1)+\tau-t_{c\bar{d}})$	
$\delta(T_{OБСЛ}^{ДОГ})=1$			$\delta(T_{OБСЛ}^{ДОГ})=0$			
$\Delta T_{\Pi}^3(t)$	$T_{OБСЛ}^{ДОГ}-(\Theta(t-1)+\tau-T_{YB})$			-		
$p=1$				$p=0$		
$T_{\Pi}^{OЖ}(t)$	$T_{\Pi}^{\Phi AKT}-(\Theta(t-1)+\tau)$					
$T_{\Pi}^3(t)$	$T_{\Pi}^{\Phi AKT}-(T_{YB}+T_{OБСЛ}^{ДОГ})$			-		-
$R_{\Pi}^{\text{III}}(t)$	$0,2\cdot\text{int}\left(T_{\Pi}^{\Phi AKT}-(T_{YB}+T_{OБСЛ}^{ДОГ})-\frac{15}{60}\right)\cdot D$			-		-
$\psi(t)$	$\Psi(t-1)+\tau$					
$\Delta T_y^3(t)$	$T_{OБСЛ}^{ДОГ}-(\psi(t-1)+\tau-T'_{YB})$					
$u=1$				$u=0$		
$T_y^3(t)$	$T_y^{\Phi AKT}-(T_{YB}+T_{OБСЛ}^{ДОГ})$				-	
$R_y^{\text{III}}(t)$	$0,2\cdot\text{int}\left(T_y^{\Phi AKT}-(T_{YB}+T_{OБСЛ}^{ДОГ})-\frac{15}{60}\right)\cdot B$				-	
$\mathfrak{E}(t)$	$s=0$ $p=0$ R_1	$s=0, p=1$ $R_1+R_n^{\text{III}}$	$s=1, p=0$ $R_1+R_{c\bar{d}}^{\text{III}}$	$s=1, p=1$ $R_1+R_{c\bar{d}}^{\text{III}}+R_n^{\text{III}}$	$u=1$ $R_1+R_y^{\text{III}}$	$u=0$ R_1

Источник: составлено автором

Рисунок 4.3 – Условные функционалы переходов

Выводы по главе 4

1. Для описания процесса функционирования рассматриваемой системы взаимодействия станций примыкания и путей необщего пользования предложено использовать метод агрегатов, который позволяет описывать исследуемый объект по многим параметрам с помощью операторов перехода из одного состояния объекта в другое.

2. Учитывая сложность системы «станция примыкания – пути необщего пользования» и влияние случайных факторов (техническая неисправность пути, подвижного состава, сбой в системе СЦБ и др.) может использоваться имитационное моделирование на основе агрегативных систем с использованием операторов переходов. Они позволят определить состояние грузовой отправки в любой момент времени, и на основе полученной информации принять управляющее решение.

3. Формализованное представление объекта исследования необходимо для разработки алгоритма принятия решений по организации маневрового обслуживания грузовых фронтов, а именно, - очередности подач и уборок вагонов.

4. Критерием выбора оптимальной очередности подач и уборок должны быть эксплуатационные затраты станции примыкания, учитывающие возможные ущербы, связанные с нарушением договоров перевозки и договоров на обслуживание путей необщего пользования.

ГЛАВА 5 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ ОЧЕРЕДНОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

5.1 Критерий выбора оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтон

Как отмечалось ранее, попытки решить задачу выбора оптимальной очередности подач вагонов на грузовые фронты станции предпринимались различными исследователями неоднократно, и все они пришли к единому мнению, что критерием выбора очередности обслуживания грузовых фронтов должны быть эксплуатационные расходы.

В диссертационной работе предлагается выбор очередности обслуживания грузовых фронтов производить по критерию минимизации эксплуатационных расходов с учетом возможного ущерба, а также размера возможных штрафных санкций или выплат [16, 79]. Управление в системе «станция примыкания – пути необщего пользования» сведется к выбору такой очередности, при которой обеспечивается минимизация эксплуатационных расходов на маневровое обслуживание, включающие вагоно-часы, локомотиво-часы, а также размер возможного ущерба.

Критерий выбора оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтов примет вид

$$F_i = \begin{cases} (F_{nt} + F_{Mt}) \rightarrow \min \\ F_R \rightarrow \min \end{cases}, \quad (5.1)$$

$$F_i = \begin{cases} \left(e_{nt} \sum_{i=1}^k Nt + e_{mt} \sum_{i=1}^k Mt \right) \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^k R \rightarrow \min \end{cases}, \quad (5.2)$$

где F_i – эксплуатационные расходы по подаче и уборке i -ой группы вагонов на k -й ПНП; $\sum_{i=1}^k Nt$ – суммарные затраты вагоно-часов на межоперационные простои, связанные с ожиданием подачи и уборки группы вагонов на пути необщего пользования, ваг-часы; $\sum_{i=1}^k Mt$ – затраты локомотиво-часов работы маневрового локомотива(в) при выбранной очередности обслуживания грузовых фронтов, лок-часы; $F_R, \sum_{i=1}^k R$ – суммарные штрафные санкции, возникающие при выбранной очередности обслуживания грузовых фронтов, руб; e_{nt}, e_{mt} – единичные расходные ставки, руб/измеритель.

В общем виде составляющие критерия выбора оптимальной очередности есть функции от количества подач и уборок X_{n-y} :

$$F_{Nt} = f(X_{n-y}), \quad (5.3)$$

$$F_{Mt} = f(X_{n-y}), \quad (5.4)$$

$$F_R = f(X_{n-y}). \quad (5.5)$$

Состав ущерба от нарушения договорных обязательств по обслуживанию железнодорожных путей необщего пользования примет вид.

$$\sum_{i=1}^k R = \sum_{i=1}^k R_n + \sum_{i=1}^k R_y + \sum_{i=1}^k R_{cd}, \quad (5.6)$$

где R_n, R_y – штрафы, связанные с задержкой соответственно подачи и уборки вагонов на грузовые фронты по вине перевозчика, руб.; R_{cd} – штраф за

нарушение срока доставки грузов, если в просрочке виновна рассматриваемая станция примыкания, руб.

$$R_n = f\left(Nt_{ож.под.}, T_{дог}^{обсл}\right), \quad (5.7)$$

где $Nt_{ож.под.}$ – вагоно-часы простоя в ожидании подачи на грузовые фронты.

$$R_y = f\left(Nt_{ож.уб.}, T_{дог}^{обсл}\right), \quad (5.8)$$

где $Nt_{ож.уб.}$ – вагоно-часы простоя в ожидании уборки с грузовых фронтов.

$$R_{cd} = f\left(t_{приб}, t_p, t_{уст}\right), \quad (5.9)$$

где $t_{приб}$ – фактическое время прибытия грузовой отправки на станцию; $t_{уст}$ – нормативный срок доставки; t_p – момент раскредитования перевозочных документов.

После учета всех возможных составляющих критерий выбора оптимального обслуживания путей необщего пользования примет вид

$$F_i = \begin{cases} \left(e_{nt} \sum_{i=1}^k Nt + e_{mt} \sum_{i=1}^k Mt \right) \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^k R_{cd} + \sum_{i=1}^k R_y + \sum_{i=1}^k R_n \rightarrow \min \end{cases}. \quad (5.10)$$

5.2 Описание алгоритма выбора оптимальной очередности обслуживания путей необщего пользования

Поведенные исследования в области оптимизации обслуживания грузовых фронтов, изучение единой технологии работы станции и путей необщего пользования, построение математической модели системы взаимодействия были

необходимы для построения алгоритма выбора оптимальной очередности подач и уборок.

Моделирование работы системы «станция примыкания – пути необщего пользования» рассматривается как последовательная цепь переходов из одного особого состояния системы в другое [38, 53, 94]. Блок-схема разработанного алгоритма представлена на рисунке 5.1.

В процессе моделирования определяются следующие характеристики функционирования системы: простой вагонов в ожидании подачи, уборки; величина задержки по вине перевозчика подачи, уборки вагонов; затраты, связанные с подачей, уборкой вагонов на ПНП.

Алгоритм формирования оптимальной очереди обслуживания ПНП состоит из следующих укрупненных блоков:

- блок формирования потока заявок на выполнение работ, который обеспечивает последовательный просмотр элементов системы для определения работы маневровых локомотивов в период планирования. Выявленные заявки записываются в массив, где указывается место их проведения, и одновременно определяются: момент предъявления к исполнению i -ой заявки T_i , продолжительность выполнения i -ой работы t_i по заявке, предельный допустимый момент окончания выполнения i -ой работы T_i^{OK} по заявке;

- блок объединения потока маневровых работ, который анализирует массив маневровых работ с целью группировки единичных работ, имеющих попутные адреса назначения в одном маневровом районе;

- блок планирования работы маневровых локомотивов, в котором решается основная задача алгоритма – выбор оптимальной очередности обслуживания ПНП.

Остановимся на работе алгоритма и его основных операторах.

Оператор Φ_2 формирует массив заявок $A[n]$, который состоит из грузовых отправок с параметрами $\alpha = 1$ (грузовая отправка готова к подаче, количество

отправок – k_p) или $\beta=1$ (грузовая отправка готова к уборке, количество отправок – k_u). Массив $A[n]$ можно представить и в виде множества $k_p \cup k_u$.

Оператор Φ_3 произвольно выбирает k -ую заявку из массива $A[n]$ и передает оператору P_4 , который проверяет условие: $\frac{Q}{F} > 1$ (количество вагонов в подаче на рассматриваемый ПНП не может превышать вместимости фронта). Q - количество вагонов, назначением на k -й ПНП, F - вместимость фронта. Если это условие не выполнено, то по k -й заявке на обслуживание рассчитываются эксплуатационные затраты. Если условие выполнено, то управление от оператора P_4 по стрелке с индексом «да» передается оператору Φ_5 .

Оператор Φ_5 вычисляет $\left(\text{int} \left(\frac{Q}{F} \right) - 1 \right)$ (количество подач на рассматриваемый ПНП) и передает управление оператору Φ_2 , увеличивая массив грузовых отправок.

Оператор Φ_6 формирует эксплуатационные затраты, приходящиеся на k -ую отставку (описание формирования эксплуатационных затрат представлено на рисунке 5.2, действие операторов P_1 - Φ_{21} будет рассмотрено ниже).

Функционирование операторов Φ_7 , Φ_8 аналогично операторам Φ_3 , Φ_6 .

Оператор P_9 проверяет условие $n-(k+1)=0$, определяющее, все ли заявки рассмотрены. Если это условие не выполняется (отправки массива $A[n]$ рассмотрены не все), то управление передается к оператору Φ_7 и так по циклу до тех пор пока не выполнится условие $n-(k+1)=0$.

Оператор P_{10} формирует варианты s объединения грузовых отправок. Необходимо учитывать, что к рассматриваемым вариантам объединения должны быть добавлены варианты без объединения, т.е. рассматриваются ПНП, готовые к обслуживанию и эти ПНП не объединяются (например, по причине ограниченной силы тяги локомотива).

Варианты объединения могут быть следующие: отправки k_p и k_u назначением на один ПНП; только отправки k_p между собой в один маневровый район; только отправки k_u между собой с одного маневрового района; отправки k_p и k_u назначением на один маневровый район. При этом должны соблюдаться следующие условия.

В случае соединения отправок k_p и k_u (назначением на один ПНП) необходимо проверить условие возможности совмещения подачи и уборки вагонов на рассматриваемый ПНП. Если совмещение возможно, то принимается рассматриваемый вариант объединения, в противном случае – рассматривается другой вариант. На следующем этапе осуществляется проверка, связанная с ограничением маневрового состава по массе. Если сформированное объединение отправок проходит по рассматриваемому условию, то это объединение принимается для сортировки. В противном случае перебор продолжается.

Оператор Φ_{11} осуществляет сортировку вариантов обслуживания и выбирает вариант с наименьшими эксплуатационными затратами.

Оператор P_{12} проверяет условие $t_j - T_{j-1}^{CB} > 0$, где t_j - текущее время моделирования; T_{j-1}^{CB} - момент освобождения маневрового локомотива (в данной блок-схеме рассмотрен вариант обслуживания ПНП маневровым локомотивом станции; при варианте обслуживания маневровым локомотивом ветвевладельца оператор P_{12} должен проверять свободу станционных путей). Если $t_j < T_{j-1}^{CB}$ (в момент поступления заявки маневровый локомотив занят), то управление по стрелке с индексом «нет» передается к оператору P_{13} .

Оператор P_{13} проверяет, поступила ли очередная заявка на обслуживание в момент t_j . Если грузовая отправка действительно готова к подаче, уборке, то управление передается к оператору Φ_2 для дальнейшего оперирования с заявкой,

цикл повторяется снова. Если сигнала о поступлении грузовой отправки с индексами $\alpha = 1$, $\beta = 1$ не поступило, то управление передается к оператору Φ_{14} . Он формирует процесс начала обслуживания маневровым локомотивом путей необщего пользования по сформированной очереди (этот процесс аналогичен подачи сигнала $\delta = 1$ маневровой бригаде), вместе с этим сигналом передается «задание» по обслуживанию. Задание представляет собой ярлык, в котором отображено количество вагонов в подаче или уборке, наименование ПНП, номер маневрового района, величина эксплуатационных затрат на обслуживание по варианту.

На этом, собственно, заканчивается рассмотрение основной части алгоритма выбора оптимальной очередности обслуживания путей необщего пользования.

Далее рассматриваются операторы, рассчитывающие эксплуатационные затраты на обслуживание k -ой грузовой отправки (рисунок 5.2).

Функционирование оператора Φ_6 (рисунок 5.1) представлено в виде работы ветви алгоритма $P_1:\Phi_{21}$ (рисунок 5.2). Описание $P_1:\Phi_{21}$ тождественно работе агрегатов, которые представлены в таблице «Условные функционалы переходов».

По разработанному алгоритму с помощью объекто-ориентированного языка программирования MS Visual C# (версия 5.0) была написана компьютерная программа, позволяющая рассчитать эксплуатационные затраты на обслуживание k -ой грузовой отправки и выбрать оптимальную очередь обслуживания ПНП. Листинг программы представлен в приложении 1.

На основании разработанного алгоритма можно выработать следующие рекомендации лицу, принимающему решение, о порядке обслуживания грузовых фронтов:

- если принимается решение о выборе очередности уборок с грузовых фронтов, то необходимо учитывать величину штрафа за задержку уборки вагонов (в случае возникновения задержки уборки);

- если принимается решение о выборе очередности подачи вагонов, то необходимо проверять возможность совмещения подачи и уборки вагонов и свободу грузовых фронтов, на которые планируется подача вагонов;

- если к моменту выбора очереди обслуживания грузовых фронтов существует несколько претендентов на подачу и уборку вагонов (подачи и уборки на разные ПНП), то очередь обслуживания принимается на основании обеспечения минимальных затрат не только в текущий момент, но и минимальных затрат по итогу работы станции. Так подачу вагона, срок доставки которого истек в начале суток, можно осуществить в течение текущих суток, так как размер штрафа за это время не изменится в течение суток, тогда ранее этого вагона можно подать другие, стоящие в очереди на обслуживание, или с возможными задержками на подачу и уборку;

- обслуживание путей необщего пользования необходимо планировать так, чтобы учитывать кроме эксплуатационных затрат, особенности работы станции: отвлечение маневрового локомотива для выполнения отцепок технически неисправных вагонов, отцепок-прицепов вагонов от почтово-багажного поезда и т.д. В этом случае вагоны целесообразно подавать так, чтобы исключить штрафные выплаты (или сделать их минимальными) при нарушении договоров на эксплуатацию пути необщего пользования или договоров на подачу и уборку вагонов;

- договорной срок ожидания уборки вагонов при выборе очередности имеет важное значение как величина-индикатор задержки уборки вагонов;

- минимальное значение вагоно-часов ожидания подачи вагонов, вернее их стоимостное выражение, не будет являться приоритетом в назначении очереди, так как при выбранной очереди любой претендент на обслуживание может потребовать выплату штрафа;

- эффект использования разработанного критерия при выборе очередности обработки грузовых фронтов зависит от размера местной работы конкретной станции и качества работы маневровых диспетчеров или дежурных по станции.

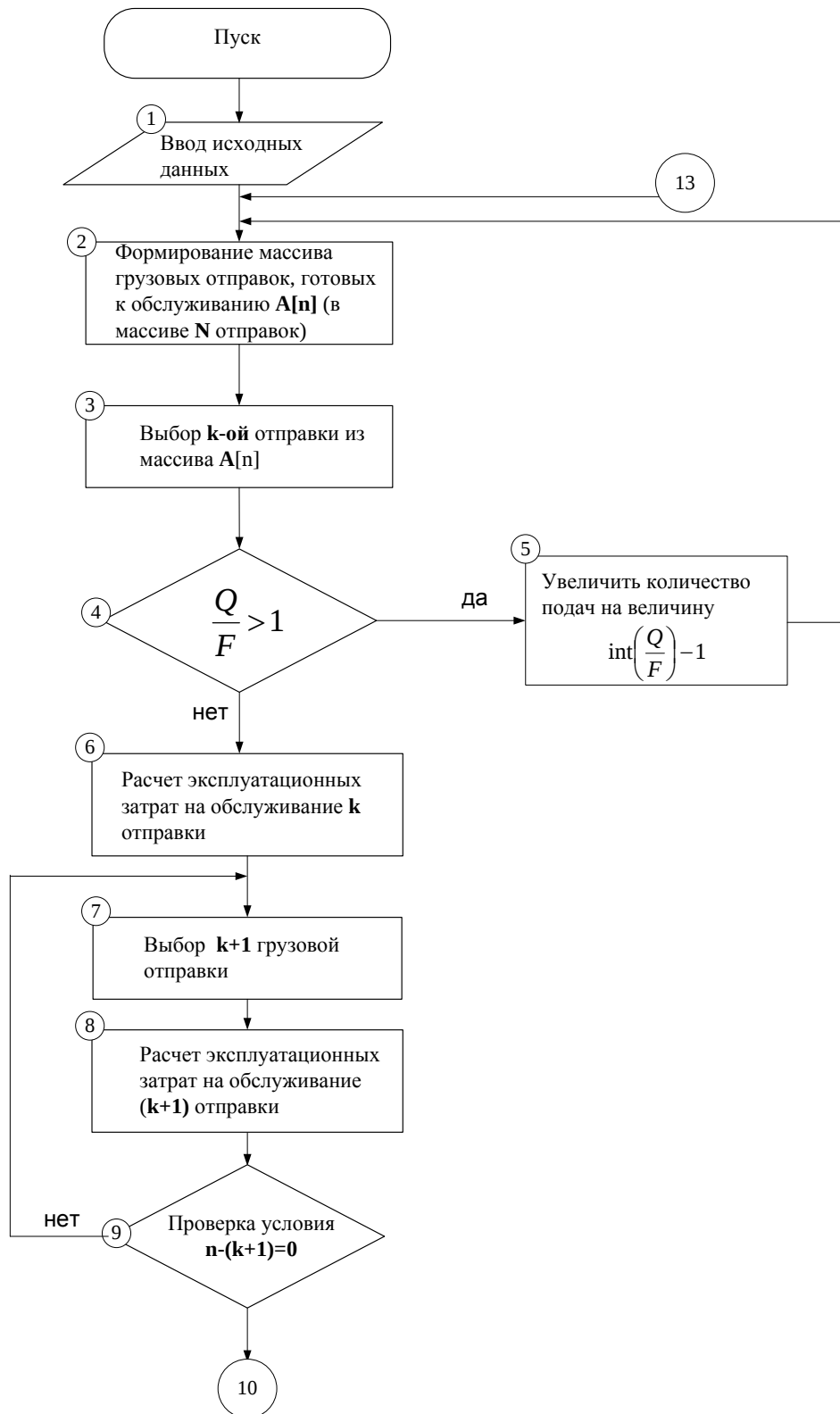
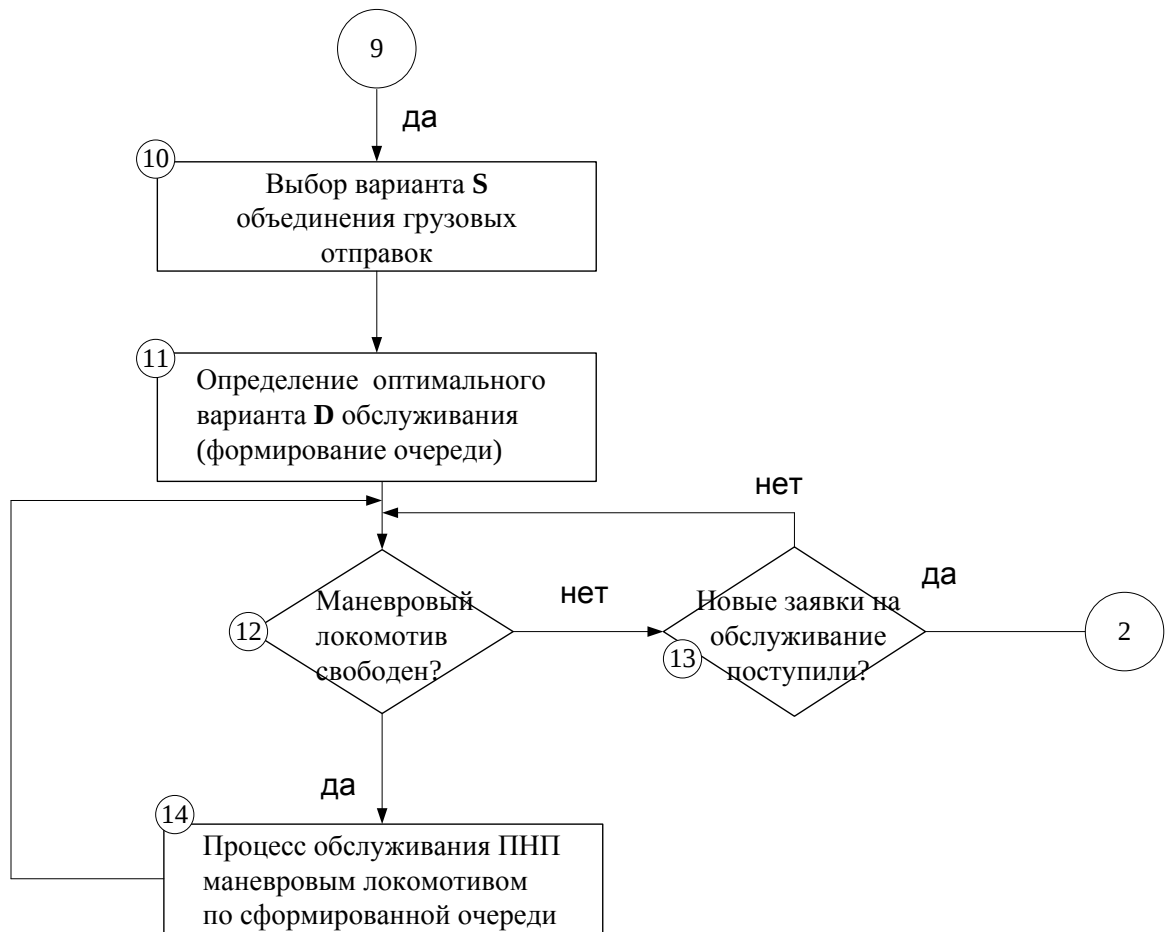


Рисунок 5.1 – Блок-схема выбора оптимальной очередности обслуживания
ППП



Окончание рисунка 5.1 – Блок-схема выбора оптимальной очередности обслуживания ПНП

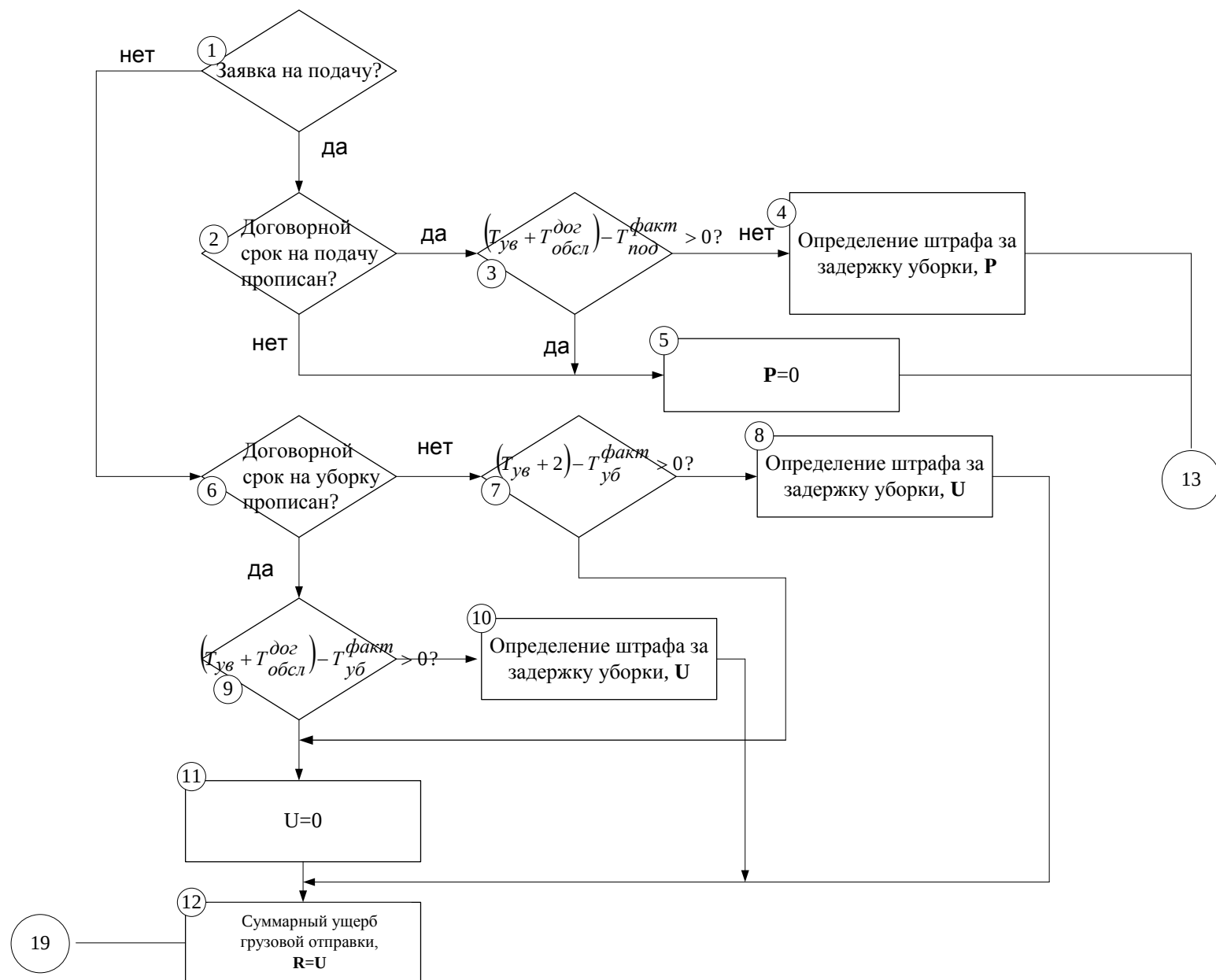
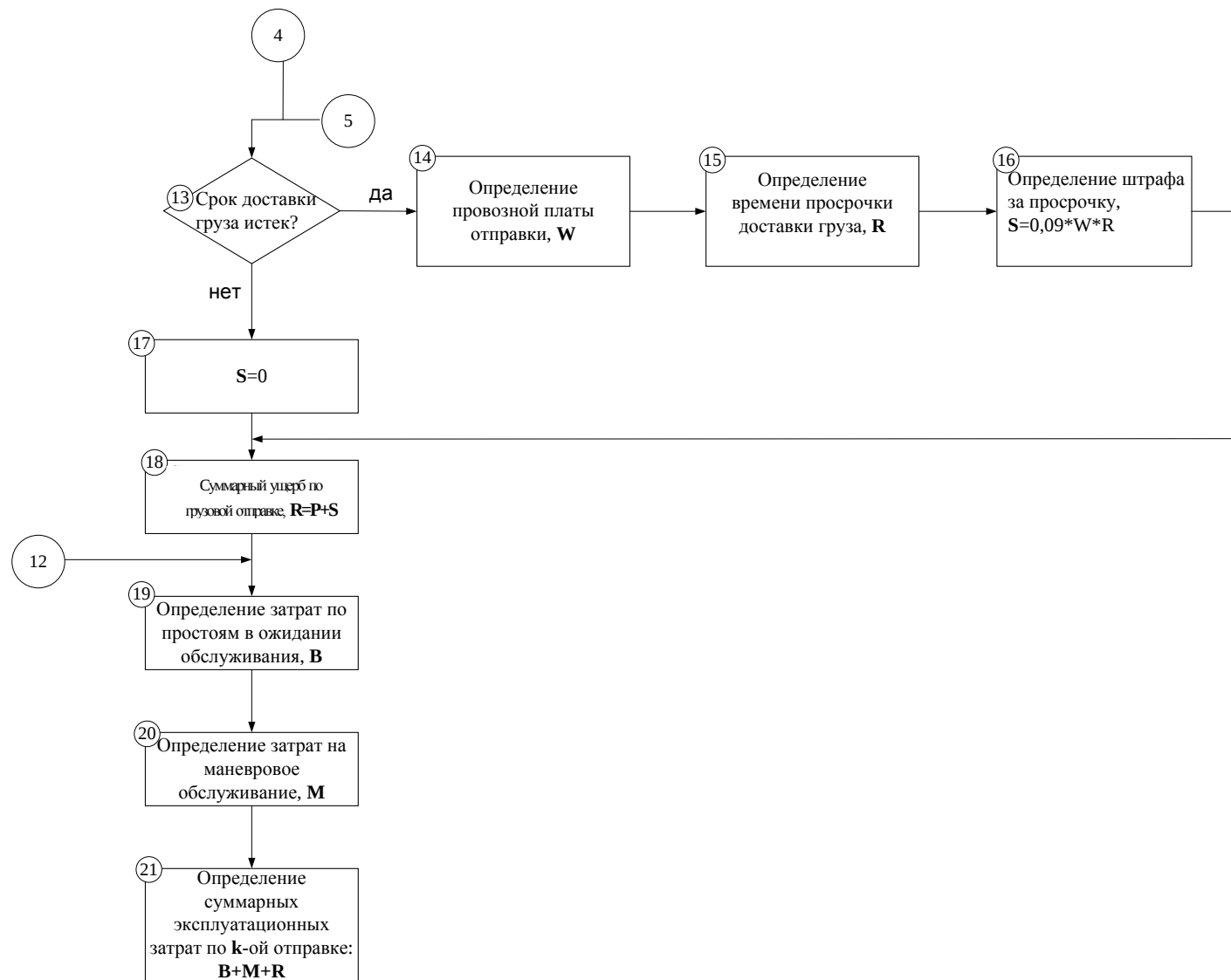


Рисунок 5.2 – Блок-схема определения эксплуатационных затрат на обслуживание k -ой грузовой отправки



Окончание рисунка 5.2 – Блок-схема определения эксплуатационных затрат на обслуживание k -ой грузовой отправки

Для определения целесообразности введения в критерий выбора оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтов возможных ущербов сделан расчет на примере функционирования системы взаимодействия условно заданной станции примыкания и маневрового района [58], схема которого приведена на рисунке 5.3. Расчет сделан по двум вариантам: первый вариант – расчет оптимальной очередности по критерию без учета ущерба, второй вариант – с учетом ущерба.

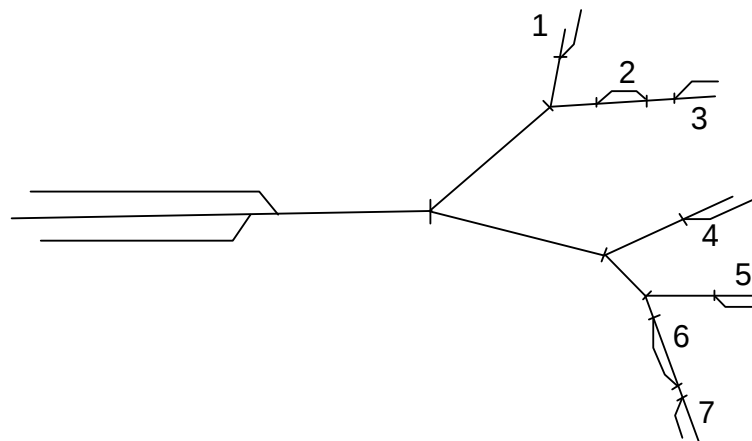


Рисунок 5.3 – Схема маневрового района

Маневровый район обслуживает один маневровый локомотив станции примыкания. Маневровый район объединяет две группы ПНП: в первую группу входят ПНП 1, 2, 3, во вторую – 4, 5, 6, 7. Исходные данные для расчета представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Исходные данные для расчета очередности обслуживания железнодорожных путей необщего пользования

Наименование группы ПНП	Номер пути необщего пользования	Максимальный размер подачи, ваг	Вместимость фронта, ваг	Время уведомления о подаче вагонов, час., мин.	Время выполнения грузовых операций, ч	Договорной срок ожидания уборки, ч	Остаток вагонов на начало суток	Индекс просрочки срока доставки (1- истек, 0- истекает в эти сутки)	Время поступления группы вагонов и распределение по ПНП		
									1	2	3
									1:30	9:30	17:30
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	15	15	9:30	2,83	2	10	1		14	
	2		20	1:30	7,5	2	0	0	20		
	3		11	10:10, 17:30	5,17	2	6	0		5	10
2	4	16	12; 9	01:30, 17:30	4	5	8	0	12		9
	5		15	01:30	4,67	2	0	0	15		
	6		9	09:50	5,33	3	8	0		9	
	7		13	09:40	3,67	4	12	1		13	
Итого							44		47	41	19

Время подачи вагонов на пути необщего пользования равно времени уборки и составляет для первой группы ПНП – 50 мин., для второй – 40 мин.

Договорной срок ожидания подачи прописан в договорах на эксплуатацию всех рассматриваемых ПНП и составляет два часа. Все грузовые фронты – выгрузочные. Сдвоенные операции отсутствуют. Путь необщего пользования № 4 имеет два грузовых фронта, на которых операции выгрузки осуществляются параллельно. Договорной срок ожидания уборки приведен в таблице 5.2.

Кроме подачи и уборки вагонов на ПНП маневровый локомотив осуществляет дополнительные операции (прицепка и отцепка вагонов от почтового-багажного поезда в период с 00:00 до 01:00, с 12:00 до 13:30, работа в качестве вывозного локомотива в период с 21:30 до 23:50).

Стоимостные показатели для расчета эксплуатационных затрат при обслуживании путей необщего пользования за сутки работы принимаются равными следующим величинам: $e_{ваг-ч} = 10,54$ руб./вагоно-час, $e_{лок-ч} = 1387$ руб./локомотиво-час [39, 118].

Выбор оптимальной очередности обслуживания ПНП произведен по алгоритму, описание которого представлено в разделе 4.3. Так как критерием в первом варианте является минимум вагоно-часов простоя в ожидании подачи на грузовой фронт, то операторы Φ_6 , Φ_8 производят расчет по формуле

$$F = \sum_{i=1}^N N_i t_i^{ОЖ} \rightarrow \min, \quad (5.11)$$

где $t_i^{ОЖ}$ – простой вагонов в ожидании подачи на грузовой фронт, ч.; N_i – количество вагонов, находящихся в ожидании подачи на грузовой фронт.

На основании исходных данных с учетом выбранной очередности по критерию минимума вагоно-часов в ожидании подачи с использованием разработанной программы построен суточный план-график (рисунок 5.4). На основании суточного плана-графика произведен расчет вагоно-часов простоя и затрат, представленный в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Расчет вагоно-часов простоя в ожидании подачи, уборки вагонов и эксплуатационных затрат

Номер ПНП	Коли- че- ство ваго- нов	Момент готов- ности к подаче	Момент фактиче- ской подачи вагонов	Про- стой в ожида- нии пода- чи, ч	Ваго- но- часы про- стоя, ваг-ч.	Эксплуатац ионные затраты в ожидании подачи, руб.	Момент готовно сти к уборке	Момент начала фактиче- ской уборки	Простой в ожи- дании уборки, ч	Вагоно- часы простоя, ваг-ч	Эксплуата ционные затраты в ожидании уборки, руб.	Суммарные экс- плуатационные затраты, руб
2	15	1:30	1:40	0,17	2,55	26,88	10:00	20:10	10,17	152,55	1607,88	1634,76
2	5	1:30	05:10	3,67	18,35	193,41	10:00	24:00	14,00	70,00	737,8	931,21
4	12	1:30	04:20	2,83	33,96	357,94	09:00	16:40	7,67	92,04	970,10	1328,04
5	15	01:30	02:40	1,17	17,55	184,98	08:00	15:50	7,83	117,45	1237,92	1422,9
1	14	09:30	09:40	0,17	2,38	25,09	13:20	24:00	10,67	149,38	1574,47	1599,56
3	5	10:10	14:50	4,67	23,35	246,11	18:00	18:20	0,33	1,65	17,39	263,50
6	9	09:50	14:00	4,17	37,53	395,57	20:00	24:00	4,00	36,00	379,44	775,01
7	13	09:40	10:40	1,00	13,00	137,02	15:00	24:00	9,00	117,00	1233,18	1370,20
3	10	17:30	17:40	0,17	1,70	17,92	23:30	24:00	0,50	5,00	52,7	70,62
4	9	17:30	19:20	1,83	16,47	173,59	24:00	24:00	0,00	0,00	0,00	173,59
1	10	-	-	-			00:30	06:00	5,50	55,00	579,7	579,70
3	6	-	-	-			01:00	07:00	6,00	36,00	379,44	379,44
4	8	-	-	-			01:20	03:30	2,17	17,36	182,97	182,97
6	8	-	-	-			02:30	08:50	6,33	50,64	533,75	533,75
7	12	-	-	-			01:50	08:00	6,17	74,04	780,38	780,38
Итого					166,8	1731,63				920,67	10267,12	11998,75

При представленном варианте обслуживания на всех фронтах маневрового района возникли задержки в ожидании уборки, которые могут повлечь выплату штрафа, определяющего величину ущерба (таблица 5.4).

Таблица 5.4 – Расчет возможных штрафов за несвоевременную уборку вагонов с ПНП

Номер ПНП	Количество вагонов	Продолжительность задержки уборки с грузового фронта (с учетом округления), ч	Возможная величина штрафа за задержку уборки, руб
1	10	4	800
1	14	9	2520
2	20	8	3200
2	5	4	400
3	6	4	480
4	12	3	720
5	15	6	1800
6	8	4	640
6	9	1	180
7	12	2	480
7	13	5	1300
Итого			12520

Эксплуатационные расходы по варианту, в котором в качестве критерия оптимальности обслуживания приняты вагоно-часы простоя в ожидании подачи на грузовые фронты, составят:

- затраты локомотиво-часов работы маневрового локомотива при выбранной очередности обслуживания грузовых фронтов

$$e_{mt} \sum_{i=1}^k Mt = \left(\frac{800}{60} \right) \cdot 1387 = 18493 \text{ руб.};$$

- суммарные затраты вагоно-часов на межоперационные простои, связанные с ожиданием подачи и уборки группы вагонов на пути необщего пользования

$$e_{nt} \sum_{i=1}^k Nt = 11999 \text{ руб.};$$

- суммарные финансовые ущербы, возникшие при выбранной очередности обслуживания грузовых фронтов

$$R = 14780 \text{ руб.}$$

Таким образом, при выбранной очередности обслуживания путей необщего пользования эксплуатационные затраты за смену могут составить

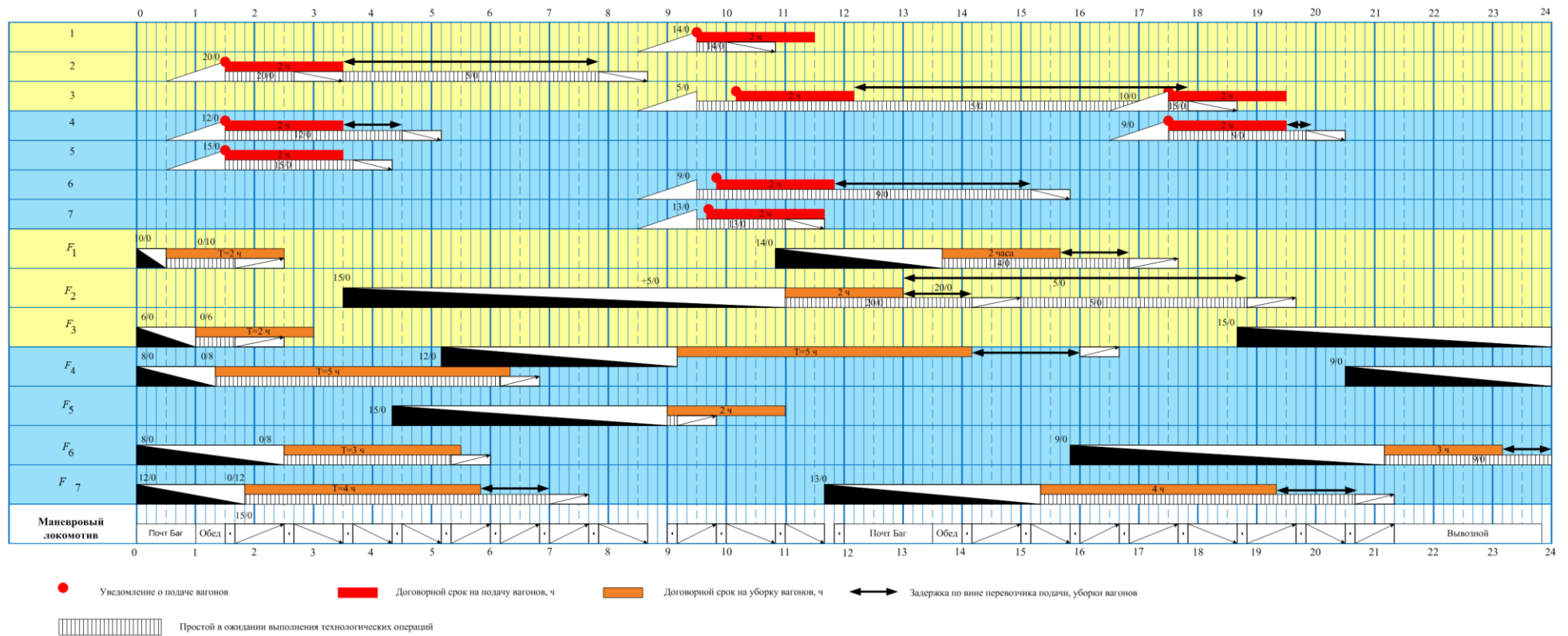
$$F_1 = 18493 + 11999 + 12520 = 43012 \text{ руб}$$

5.3.2 Выбор оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтов по критерию минимума эксплуатационных затрат с учетом финансовых ущербов

Разработаем вариант очередности обслуживания грузовых фронтов, при котором расходы от простоя будут минимальными. Предлагается выбор очередности обслуживания грузовых фронтов производить по критерию минимизации эксплуатационных расходов, включающих вагоно-часы, локомотиво-часы, а также финансовые ущербы.

Операторы Φ_6 , Φ_8 определяют эксплуатационные затраты по формуле 5.10. Графическая иллюстрация обработки грузовых фронтов представлена на рисунке 5.5.

На основании исходных данных с учетом выбранной очередности по критерию минимума эксплуатационных затрат с учетом ущерба с использованием разработанной программы построен суточный план-график (рисунок 5.5). На основании суточного плана-графика произведен расчет вагоно-часов простоя и затрат, представленный в таблице 5.5.



Источник: составлено автором

Рисунок 5.5 – Фрагмент суточного плана-графика работы станции примыкания и путей необщего пользования (второй вариант)

Таблица 5.5 – Расчет вагоно-часов в ожидании подачи, уборки на грузовые фронты и эксплуатационных затрат

Номер ПНП	Количество вагонов	Момент готовности к подаче, час:мин	Момент начала фактической подачи вагонов, час:мин	Простой в ожидании подачи, ч	Вагоно-часы простоя, ваг-ч	Эксплуатационные затраты в ожидании подачи, руб.	Момент готовности к уборке, час:мин	Момент начала фактической уборки, час:мин	Простой в ожидании уборки, ч	Вагоно-часы простоя, ваг-ч	Эксплуатационные затраты в ожидании уборки, руб.	Суммарные эксплуатационные затраты, руб
2	15	1:30	2:40	1,17	17,50	184,45	11:00	14:10	3,17	47,50	500,65	685,10
2	5	1:30	7:50	6,33	31,67	333,77	11:00	18:50	7,83	39,17	412,82	746,58
4	12	1:30	4:30	3,00	36,00	379,44	9:10	16:00	6,83	82,00	864,28	1243,72
5	15	1:30	3:40	2,17	32,50	342,55	9:00	9:10	0,17	2,50	26,35	368,90
1	14	9:30	10:00	0,50	7,00	73,78	13:40	16:50	3,17	44,33	467,27	541,05
3	5	10:10	17:50	7,67	38,33	404,03	24:00	24:00	0,00	0,00	0,00	404,03
6	9	9:50	15:10	5,33	48,00	505,92	21:10	24:00	2,83	25,50	268,77	774,69
7	13	9:40	11:00	1,33	17,33	182,69	15:20	20:40	5,33	69,33	730,77	913,47
3	10	17:30	17:50	0,33	3,33	35,13	24:00	24:00	0,00	0,00	0,00	35,13
4	9	17:30	19:50	2,33	21,00	221,34	24:00	24:00	0,00	0,00	0,00	221,34
1	10	-	-	-	-	-	00:30	01:40	1,17	11,67	122,97	122,97
3	6	-	-	-	-	-	01:00	01:40	0,67	4,00	42,16	42,16
4	8	-	-	-	-	-	01:20	06:10	4,83	38,67	407,55	407,55
6	8	-	-	-	-	-	02:30	05:20	2,83	22,67	238,91	238,91
7	12	-	-	-	-	-	01:50	07:00	5,17	62,00	653,48	653,48
Итого	151				252,67					449,33		7399,08

Таблица 5.6 – Расчет возможных штрафов за несвоевременную уборку вагонов с ППП

Номер ППП	Количество вагонов	Время задержки уборки с грузового фронта, ч	Величина штрафа за задержку уборки, руб
1	2	3	4
1	14	1,00	280
2	20	1,00	400
2	5	5,00	500
4	12	2,00	480
6	9	1,00	180
7	12	1,00	240
7	13	2,00	260
Итого			2340

$$e_{mt} \sum_{i=1}^k Mt = \left(\frac{840}{60} \right) \cdot 1387 = 19418 \text{ руб.}$$

$$e_{nt} \sum_{i=1}^k Nt = 7399,08 \text{ руб.}$$

$$\Sigma R = 2340 \text{ руб.}$$

При рассчитанной очередности обслуживания железнодорожных путей необщего пользования эксплуатационные затраты за 24 часа составят

$$F_2 = 19418 + 7399,08 + 2340 \approx 29157 \text{ руб}$$

Как видно из сравнения двух вариантов, учет возможных ущербов может снизить эксплуатационные затраты на 32 %.

Выводы по главе 5

1. Разработанные планы-графики работы станции примыкания и железнодорожных путей необщего пользования являются одними из возможных состояний, в которых может находиться рассматриваемая система. Включение в критерий выбора оптимальной очередности обслуживания ПНП возможных штрафных выплат позволяет сократить расходы на обслуживание системы «станция примыкания – пути необщего пользования».

2. Расчет очередности обслуживания путей необщего пользования произведен по разработанному алгоритму. Возможно существование нескольких вариантов очередности, которые являются оптимальными (по причине одинаковых эксплуатационных затрат).

3. При расчете очередности обслуживания грузовых фронтов необходимо учитывать момент ближайшего поступления уведомления о завершении грузовых операций и просмотра договорного срока на уборку, момент готовности вагонов к подаче.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Теоретические и экспериментальные исследования, проведенные в диссертационной работе, позволяют сделать следующие выводы и предложения.

1. Анализ научных исследований, нормативных документов, арбитражных дел и экспертных оценок специалистов в области взаимодействия станций и путей необщего пользования показал, что достаточно много проблем в нормативно-правовом регулировании этих вопросов, предложенные ранее критерии оптимизации маневровой работы не учитывают ущербов – штрафных санкций за нарушение договорных условий перевозки грузов и обслуживания ПНП. Своевременность подачи вагонов и их уборка с путей необщего пользования, а также в некоторой степени выполнение сроков доставки грузов, зависят от организации маневрового обслуживания грузовых фронтов. Невыполнение договорных условий влечет выплату перевозчиком штрафных санкций по претензиям грузовладельцев и ветвевладельцев.

2. Предложенная в диссертации методика расчета договорного времени ожидания подачи и уборки вагонов на пути необщего пользования может использоваться при разработке договоров на эксплуатацию путей необщего пользования и договоров на подачу и уборку вагонов. По ней определяется оправданное техническим оснащением и технологией работы станции примыкания время, в течение которого станция должна подать вагоны на ПНП или убрать их.

3. Для выработки предложений по совершенствованию обслуживания ПНП необходимо представить систему взаимодействия в виде формализованной схемы. Формализация выполнена с помощью метода агрегатов, который позволяет описывать исследуемый объект по многим параметрам с помощью операторов перехода из одного состояния объекта в другое.

4. В критерий выбора оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтов предложено включить возможные штрафные санкции за невыполнение договорных условий обслуживания путей необщего пользования.

5. На основе разработанного формализованного описания взаимодействия в системе «станция – ПНП» составлен алгоритм, моделирующий выбор оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтов по предложенному критерию. На основе алгоритма и разработанной программы расчета эксплуатационных затрат выполнен пример организации маневровой работы на условно заданной станции по двум критериям: затраты вагоно-часов простоя в ожидании обслуживания и эксплуатационные затраты с учетом возможных ущербов. В рассмотренном примере суммарные затраты по обслуживанию путей необщего пользования при учете штрафных санкций снизились на 32 %, что подтверждает необходимость учета возможных штрафных санкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Айзерман, М. А.** Логика, автоматы, алгоритмы [Текст] / М. А. Айзерман, Э. М. Браверман, Л. И. Розоноэр. – М. : Наука, 1964. – 62 с
2. **Акулиничев, В. М.** Математические методы в эксплуатации железных дорог : учебное пособие для вузов ж.-д. трансп. [Текст] / В. М. Акулиничев, В. А. Кудрявцев, А. Н. Корешков – М.: Транспорт, 1981. – 223 с.
3. **Акулиничев, В. М.** Организация перевозок на промышленном транспорте : учебник [Текст] / В. М. Акулиничев. – М.: Высш. шк., 1983. – 247 с.
4. **Апатцев, В. И.** Идеология интеллектуального управления сложными транспортными системами [Текст] / В. И. Апатцев, М. Г. Лысиков, А. М. Ольшанский // Наука и техника транспорта. – 2014. - № 2. – С. 62-64.
5. **Апатцев, В. И.** Показатели оценки качества технологических процессов работы железнодорожных станций [Текст] / В. И. Апатцев // Наука и техника транспорта. – 2013. – № 3. – С. 44-47.
6. **Баландюк, Г. С.** Железнодорожный транспорт промышленных предприятий и его взаимосогласованная работа с магистральным транспортом [Текст] / Г. С. Баландюк. – М. : 1960. – 72 с.
7. **Баландюк, Г. С.** Новое в технологии работы железнодорожного транспорта промышленных предприятий [Текст] / Г. С. Баландюк, В. И. Балч. – М. : 1975, - 127 с.
8. **Балч В. И.** Сетевое планирование работы на грузовых станциях железнодорожного и промышленного транспорта [Текст] / В. И. Балч, Х. М. Лазарев // Труды МИИТ. – 1968. – № 286. – С. 77-94 .

9. **Бешелев, С. Д.** Экспертные оценки: учебное пособие для вузов ж.-д. трансп. [Текст] / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. – М.: Наука, 1973. – 154 с.
10. **Бородин, А. Ф.** Единые технологические процессы: поиск новых подходов [Текст] / А. Ф. Бородин, В. В. Панин // Железнодорожный транспорт. – 2007. – № 8. – С. 36-41.
11. **Бронштейн, О. Н.** Модели приоритетного обслуживания в информационно-вычислительных системах [Текст] / О. Н. Бронштейн, И. М. Духовный. – М: Наука, 1976. – 375 с.
12. **Бусленко, Н. П.** Лекции по теории сложных систем [Текст] / Н. П. Бусленко, В. В. Калашников, И. Н. Коваленко. – М. : Изд-во Советское радио, 1973. – 440 с.
13. **Бусленко, Н. П.** Математическое моделирование производственных процессов на цифровых вычислительных машинах [Текст] / Н. П. Бусленко. – М. : Изд-во «Наука», 1964. – 345 с.
14. **Бусленко, Н. П.** Моделирование сложных систем [Текст] / Н. П. Бусленко, В. В. Калашников, И. Н. Коваленко. – М. : Изд-во «Наука», 1968. – 356 с.
15. **Гарлицкий, Е. И.** Интеллектуализация управления в системе «станция примыкания – железнодорожные пути необщего пользования» [Текст] / Е. И. Гарлицкий // Сборник трудов XI Международного симпозиума «Интеллектуальные системы – 2014». – М. : РУДН, 2014. – С. 82-86.
16. **Гарлицкий, Е. И.** Критерий выбора оптимальной очередности обслуживания грузовых фронтов [Текст] / Е. И. Гарлицкий // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2014. - № 3 (40). – С. 15 – 22.
17. **Гарлицкий, Е. И.** О расчете договорного времени ожидания подачи и уборки вагонов на пути необщего пользования [Текст] / Е. И. Гарлицкий, В. А. Телегина // Труды Международной научно-

- практической конференции «Современные аспекты транспортной логистики». – Хабаровск : ДВГУПС, 2014. – С. 98-104.
18. **Гарлицкий, Е. И.** Подход к исследованию процессов функционирования системы «станция примыкания – пути необщего пользования» [Текст] / Е. И. Гарлицкий // Актуальные вопросы транспортной отрасли: проблемы и решения: Материалы Всероссийской научно - практической конференции. – Воронеж : ВФ МИИТ, 2013. – С 176-180.
19. **Гарлицкий, Е. И.** Применение агрегативных систем при формировании модели взаимодействия промышленного и магистрального железнодорожного транспорта [Текст] / Е. И. Гарлицкий // Европейская прикладная наука: современные подходы в научных исследованиях : Труды международной научной конференции. – Штутгарт, 2013. – С. 57-59.
20. **Гарлицкий, Е. И.** Система «Станция – грузовой фронт» в структуре интеллектуального транспорта [Текст] / Е. И. Гарлицкий, В. А. Телегина // Сборник трудов каф. «СУТГиКР» : Проблемы управления процессами перевозок и транспортная логистика. – Хабаровск : ДВГУПС, 2013. – С. 33-38.
21. **Гарлицкий, Е. И.** Совершенствование технологии работы железнодорожных путей необщего пользования и станций примыкания [Текст] / Е. И. Гарлицкий // Труды 74 Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта». – Днепропетровск : ДИИТ, 2014. – С. 174-175.
22. **Гарлицкий, Е. И.** Управление в системе «станция примыкания – пути необщего пользования» [Текст] / Е. И. Гарлицкий // Сборник научных трудов SWorld «Перспективные инновации в науке, образовании, производстве и транспорте 2013». – Одесса : Купrienko, 2013. – № 4. Том 2. – С 65-69.

23. **Гарлицкий, Е. И.** Условные функционалы переходов состояний системы «станция примыкания – железнодорожные пути необщего пользования» // *Universum: технические науки : электрон. научн. журн.* – 2014. – No. 11(12) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: 7universum.com/ru/tech/archive/item/1759.
24. **Гарлицкий, Е. И.** Учет рисков управления в системе «промышленный – магистральный железнодорожный транспорт» [Текст] / В. А. Телегина, Е. И. Гарлицкий // *Экономические аспекты логистики и качества работы железнодорожного транспорта : Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием.* – Омск : ОМГУПС, 2013. – С. 104-111.
25. **Гарлицкий, Е. И.** Формализация процессов в системе «станция примыкания - пути необщего пользования» [Текст] / В. А. Телегина, Е. И. Гарлицкий // *Транспорт азиатско-тихоокеанского региона.* – 2013. – № 1. – С. 85-88.
26. **Гарлицкий, Е. И.** Формализация процессов взаимодействия промышленного и магистрального железнодорожного транспорта [Текст] / Е. И. Гарлицкий, В. А. Телегина // *Транспортное дело России.* – 2013. - № 3. – С. 50 – 53.
27. **Гарлицкий, Е. И.** Формализация процессов взаимодействия станции примыкания и пути необщего пользования с целью включения в систему интеллектуального транспорта [Текст] / Е. И. Гарлицкий // *Сборник трудов Всероссийской молодежной научно-практической конференции «Научно-технические проблемы транспорта, промышленности и образования».* – Хабаровск : ДВГУПС, 2013. – Том 2. – С. 30-35.
28. **Гарлицкий, Е. И.** Функционирование системы «станция примыкания – пути необщего пользования» на базе А-схемы [Текст] / Е. И. Гарлицкий // *Теоретическая и прикладная наука.* – 2013. – № 12. – С. 95-97.

29. **Герасимов, Ю. М.** Эффективный метод планирования работы грузовой станции [Текст] / Ю. М. Герасимов, В. Н. Коченков, Ф. Г. Мамедов // Железнодорожный транспорт. – 1981. - № 1. – С. 23-27.
30. **Глушков, В. М.** Синтез цифровых автоматов [Текст] / В. М. Глушков. – М. : Физматгиз, 1962. – 416 с.
31. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288 – 2005. Информационная технология. системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем [Текст]. – М. : Стандартиформ, 2005. – 57 с.
32. **Давыдов, Г. Е.** Становление и развитие единой технологии работы станций примыкания и железнодорожных путей необщего пользования [Текст] / А. Ф. Бородин, Г. Е. Давыдов, А. В. Тонких, М. И. Шмулевич // Бюллетень транспортной информации. – 2009. – № 6. – С. 13-18.
33. **Давыдов, Г. Е.** Становление и развитие единой технологии работы станций примыкания и железнодорожных путей необщего пользования [Текст] / А. Ф. Бородин, Г. Е. Давыдов, А. В. Тонких, М. И. Шмулевич // Бюллетень транспортной информации. – 2009. – № 7. – С. 8-14.
34. **Давыдов, Г. Е.** Становление и развитие единой технологии работы станций примыкания и железнодорожных путей необщего пользования [Текст] / А. Ф. Бородин, Г. Е. Давыдов, А. В. Тонких, М. И. Шмулевич // Бюллетень транспортной информации. – 2009. – № 8. – С. 8-14.
35. **Давыдов, Г. Е.** Становление и развитие единой технологии работы станций примыкания и железнодорожных путей необщего пользования [Текст] / А. Ф. Бородин, Г. Е. Давыдов, А. В. Тонких, М. И. Шмулевич // Бюллетень транспортной информации. – 2009. – № 9. – С. 18-22.
36. **Давыдов, Г. Е.** Становление и развитие единой технологии работы станций примыкания и железнодорожных путей необщего пользования [Текст] / А. Ф. Бородин, Г. Е. Давыдов, А. В. Тонких, М. И. Шмулевич // Бюллетень транспортной информации. – 2009. – №12. – С. 16-26.
37. **Давыдов Г. Е.** Становление и развитие единой технологии работы станций примыкания и железнодорожных путей необщего пользования

- [Текст] / А. Ф. Бородин, Г. Е. Давыдов, А. В. Тонких, М. И. Шмудевич // Бюллетень транспортной информации. – 2010. – № 2. – С. 16-21.
38. **Даниленко, С. Е.** О дискретных алгоритмах в задачах оптимизации [Текст] / С. Е. Даниленко, Б. М. Каган, Т. Г. Шахунянц // АВТ. – 1977. – № 2 – С. 43-48.
39. Деловые статьи [Электронный ресурс] // Архив публикаций. – Режим доступа: <http://polpred.com>.
40. **Джумабаев, С. М.** Оптимизация работы маневровых локомотив и количества подач на грузовой станции с применением теории массового обслуживания [Текст] / С. М. Джумабаев, Ш. Т. Ташпулатов // Труды ТашИИТ. – 1972. – № 89. – С. 3-12.
41. **Дудкин, Л. М.** Итеративное агрегирование и его применение в планировании [Текст] / Л. М. Дудкин. – М: Экономика, 1979. – 328 с.
42. **Зверев, В. И.** Оптимизация формирования местных поездов на технических станциях и их работы на участке [Текст] : дисс. ... канд. тех. наук: 05.22.08 / Зверев Виталий Игоревич. – М., 2001. – 343 с.
43. **Иванов, С. Д.** Оптимизация обслуживания грузовых фронтов предприятий промышленного железнодорожного транспорта (ППЖТ) [Текст] : дисс. ... канд. тех. наук: 05.22.12 / Иванов Савелий Дорофеевич. – М., 1984. – 126 с.
44. **Иванченко, В. Н.** Программно-алгоритмическое обеспечение задачи управления маневровой работой на сортировочной станции [Текст] / В. Н. Иванченко // Вестник ВНИИЖТ. – 1994. - № 8. – С. 38-40.
45. **Карпелевич, Ф. И.** Эффективный метод планирования работы грузовой станции [Текст] / Ф. И. Карпелевич, И. Б. Сотников // Вестник ВНИИЖТ. – 1988. - № 1. – С. 8-11.
46. Картотека арбитражных дел [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http:// ras.arbitr.ru](http://ras.arbitr.ru).
47. Конгресс Интеллектуальный [Электронный ресурс] // Правовой портал. – Режим доступа: <http://www.pibd.ru/its6-2014/>.

48. **Кочнев, Ф. П.** Управление эксплуатационной работой железных дорог: учебное пособие для вузов [Текст] / Ф. П. Кочнев, И. Б. Сотников. – М. : Транспорт, 1990. – 424 с.
49. **Krampe, H.** / Transpress-Handbuch Anschlussbahnen / H. Krampe. – Berlin : Verl. f. Verkehrswesen, 1979, 549 s. Deutsch.
50. **Krampe, H.** / Die Entwicklung von Programmbausteinen zur digitalen Simulation technologischer Grundprozesse in Anschlussbahnen / H. Krampe. – Berlin : Verl. f. Verkehrswesen, 1973, 143 s. Deutsch.
51. **Крохин, Л. С.** Комплексная система оперативного управления работой грузовой станции [Текст] / Л. С. Крохин. – М. : МИИТ, 1983. – 72 с.
52. **Крохин, Л. С.** Об одном подходе к определению очередности обслуживания грузовых пунктов станции с помощью ЭВМ [Текст] / Л. С. Крохин, А. С. Ратин // Труды МИИТ. – 1977. – № 566. – С. 118-124.
53. **Крохин, Л. С.** Программное обеспечение оперативным управлением работой грузовой станции [Текст] / Л. С. Крохин // Механизация и автоматизация производства. – 1983. – № 9. – С. 19.
54. **Крохин, Л. С.** Управление работой грузовых железнодорожных станций (теория, методы автоматизации, опыт внедрения) [Текст] : дисс. ... докт. тех. наук: 05.22.08 / Крохин Леонид Сергеевич. – М., 1997. – 325 с.
55. **Куликова, В. А.** Координация работы железнодорожного и водного транспорта в условиях функционирования паромных переправ [Текст] : дисс. ... канд. тех. наук: 05.22.08 / Куликова Вера Александровна. – М., 1984. – 161 с.
56. **Кустов, В. Н.** Вопросы взаимодействия в работе станций и грузовых пунктов [Текст] / В. Н. Кустов // Труды ЛИИЖТ. – 1967. – № 259. – С. 19-28.
57. **Лазарев, Е. Г.** Комплексное совершенствование работы предприятий промышленного железнодорожного транспорта с использованием

- имитационного моделирования [Текст] : дисс. ... канд. тех. наук: 05.22.12 / Лазарев Евгений Георгиевич. – Ростов-на-Дону, 1983. – 215 с.
58. **Лецкий, Э. К.** Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов [Текст] / Э. К. Лецкий. – М. : Мир, 1977. – 315 с.
59. **Либерман, Б. А.** Обоснование принципов взаимодействия магистрального железнодорожного и промышленного транспорта в современных условиях (на примере металлургических комбинатов) [Текст] : дисс.. ... канд. тех. наук: 05.22.01 / Либерман Борис Александрович. – Липецк, 2001. – 211 с.
60. **Макаров, В. М.** Решение задач оптимизации развоза вагонов по станциям и подъездным путям в центрах управления местной работой [Текст] / В. М. Макаров // Труды ВНИИАС. – 2005. – № 3. – С. 76-83.
61. **Майнулова, М. Л.** Установление оптимальной последовательности выполнения грузовых и маневровых операций при оперативном планировании работы грузовой станции [Текст] / М. Л. Мануйлова // Труды МИИТ. – 1972. – № 416. – С. 35-42.
62. **Мамедов, Ф. Т.** Прогнозирование работы грузовой станции [Текст] / Ф. Т. Мамедов // Железнодорожный транспорт. – 1977. – № 12. – С. 48-49.
63. **Микони, С. В.** Теория и практика рационального выбора : монография [Текст] / С. В. Микони. – М. : Маршрут, 2004. – 463 с.
64. Методы классической и современной теории автоматического управления: учебник в 3-х т. Т.3 : Методы современной теории автоматического управления [Текст] / под ред. Н. Д. Егупова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 481 с.
65. О Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года (вместе с «Планом мероприятий по реализации в 2008-2015 годах Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года [Текст] :

- распоряжение Правительства от 17.06.2008 № 877-р // Собрание законодательства РФ. – 21.07.2008. – № 29 (ч. II). – ст. 3537.
66. О Федеральной целевой программе «Развитие транспортной системы России (2010-2020 год) [Текст] : постановление Правительства от 05.12.2001 № 848 // Собрание законодательства РФ. – 17.12.2001. – № 51. – ст. 4895.
67. Об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации до 2020 года : Приказ Минтранса РФ от 12.05.2005 № 45 [Электронный ресурс] // Консультант : инфр.-прав. портал. – Режим доступа <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=99374>.
68. Об утверждении плана мероприятий по развитию конкуренции на железнодорожном транспорте [Текст] : распоряжение Правительства от 02.04.2014 № 503-р // Собрание законодательства РФ. – 14.04.2014. – № 15. – ст. 1777.
69. Об утверждении Правил выдачи грузов на железнодорожным транспортом [Текст] : Приказ МПС РФ от 18.06.2003 № 28 (ред. от 03.10.2011) // Российская газета (специальный выпуск). – № 119/2. – 20.06.2003.
70. Об утверждении Правил приема грузов к перевозке железнодорожным транспортом [Текст] : Приказ МПС РФ от 18.06.2003 № 28 (ред. от 03.10.2011) // Российская газета (специальный выпуск). – № 119/2. – 20.06.2003.
71. Об утверждении Правил эксплуатации и обслуживания железнодорожных путей необщего пользования [Текст] : Приказ МПС РФ от 18.06.2003 № 28 (ред. от 04.05.2009) // Российская газета (специальный выпуск). – № 119/2. – 20.06.2003.
72. **Образцов, В. Н.** Основы комплексной теории транспорта [Текст] / В. Н. Образцов, Ф. И. Шаульский. – М. : Трансжелдориздат, 1948. – 492 с.
73. **Орлова, И. А.** К вопросу о неравномерности работы грузовых станций [Текст] / И. А. Орлова // Труды МИИТ. – 1971. - № 376. – С. 78-92.

74. **Первозванский, А. А.** Декомпозиция, агрегирование и приближенная оптимизация [Текст] / А.А. Первозванский, В. Г. Гайцгори. – М. : Наука, 1979. – с. 344.
75. **Первозванский, А. А.** Математические модели в управлении производством [Текст] / А. А. Первозванский. – М. : Наука, 1975. – с. 195.
76. **Перепелюк, А. В.** Экономика промышленного транспорта металлургии [Текст] / А. В. Перепелюк, А. С. Хоружий. – М. : Металлургия, 1982. – 190 с.
77. **Персианов, В. А.** Моделирование транспортных систем [Текст] / В. А. Персианов, К. Ю. Скалов, Н. С. Усков. – М. : Транспорт, 1972. – 208 с.
78. **Повороженко, В. В.** Повышение производительности подвижного состава [Текст] / В. В. Повороженко. – М. : Знание, 1976. – 64 с.
79. **Подиновский, В. В.** Оптимизация по последовательно применяемым критериям [Текст] / В. В. Подиновский, В. М. Гаврилов. – М. : Советское радио, 1975. – 197 с.
80. **Попов, А. Т.** Оптимизация взаимодействия технологического железнодорожного транспорта и производства (на примере металлургического комбината) [Текст] : дисс. ... канд. тех. наук: 05.22.12 / Попов Алексей Тимофеевич. – М., 1984. – 235 с
81. **Попсуев, А. В.** Выбор оптимального плана подачи и уборки вагонов на грузовые фронты [Текст] / А. В. Попсуев // Труды ДИИТ. – 1967. – № 75. – с. 120-125.
82. **Правдин, Н. В.** Взаимодействие различных видов транспорта: (примеры и расчеты) [Текст] / Н. В. Правдин, В. Я. Негрей, В. М. Подкопаев. – М.: Транспорт, 1989. – 208 с.
83. **Правдин, Н. В.** Взаимодействие различных видов транспорта в узлах [Текст] / Н. В. Правдин, В. Я. Негрей. – Минск : Высшая школа, 1977. – 296 с.

84. Правила применения сборов за дополнительные операции, связанные с перевозкой грузов на федеральном железнодорожном транспорте [Текст] : Постановление ФЭК РФ от 19.06.2002 № 35/15 (ред. от 10.06.2009, с изм. от 24.12.2013) // Российская газета. – № 154-155. – 20.08.2002.
85. Приказ МПС РФ от 29 сентября 2003 года № 67 «Об утверждении Порядка разработки и определения технологических сроков оборота вагонов, а также технологических норм погрузки грузов в вагоны и выгрузки грузов из вагонов [Электронный ресурс] // Информационно-правовой портал «Гарант». – Режим доступа: <http://base.garant.ru/186420>.
86. Приказ МПС РФ от 10.11.2003 № 70 «О Методике по разработке и определению технологических норм погрузки в вагоны и выгрузки грузов из вагонов» [Электронный ресурс] // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: http://consultant.ru/document/cons_doc_law_48450/?frame=12.
87. Проектирование железнодорожных станций [Текст] / Сокращенный пер. с нем. В. И. Шейко. под ред. В. Я. Болотного. – М. : Транспорт, 1978. – 487 с.
88. **Разумов, И. М.** Сетевые графики в планировании [Текст] / И. М. Разумов, Л. Д. Белова, М. И. Ипатов, А. В. Проскуряков. – М. : Высшая школа, 1981. – 168 с.
89. **Ратин, А. С.** Динамический подход к задаче определения очередности обслуживания грузовых пунктов станции [Текст] / А. С. Ратин // Труды МИИТ. – 1977. – № 577. – С. 56-65.
90. **Ратин, А. С.** Исследование параметров технологического процесса грузовой станции на имитационной модели с использованием универсальной системы моделирования [Текст] / А. С. Ратин, Л. С. Крохин, А. Г. Седых // Труды МИИТ. – 1978. – № 587. – С. 104-113.

- 91.Резолюция Транспортного форума [Электронный ресурс] // Правовой портал. – Режим доступа: <http://translaw.info/?p=1>.
- 92.**Рудометкин, М. Б.** Взаимодействие промышленного и магистрального транспорта при организации отправительской маршрутизации в новых экономических условиях [Текст] : автореф. ... канд. тех. наук: 05.22.08 / Рудометкин Михаил Борисович. – М., 1998. – 24 с.
- 93.Сборник правил перевозок и тарифов железнодорожного транспорта № 306. Временные указания по разработке единых технологических процессов работы ПНП и станций примыкания [Электронный ресурс] // Информационный портал. – Режим доступа: <http://rail-doc.ru/normativnye-dokumenty-po-khozyajstvu-perevozok/2419-sbornik-pravil-perevozok-i-tarifov-zheleznodorozhnogo-transporta-306-1985-god>.
- 94.**Смехов, А. А.** Математические модели процессов грузовой работы [Текст] / А. А. Смехов. – М. : Транспорт, 1982. – 256 с.
- 95.**Смехов, А. А.** Оптимизация процессов грузовой работы [Текст] / А. А. Смехов. – М. : Транспорт, 1973. – 263 с.
- 96.**Смехов, А. А.** Построение математической и сетевой модели грузовой станции методом статистических испытаний [Текст] / А. А. Смехов // Труды МИИТ. – 1970. – № 300, С. 3-26.
- 97.**Смехов, А. А.** Теоретические основы построения АСУ грузовыми станциями [Текст] / А. А. Смехов // Труды МИИТ. – 1975. – № 481. – С. 3-31.
- 98.**Смехов, А. А.** Управление грузовой и коммерческой работой на железнодорожном транспорте [Текст] / А. А. Смехов. – М. : Транспорт, 1990. – 352 с.
- 99.**Советов, Б. Я.** Моделирование систем [Текст] : учеб. для вузов / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – М. : Высш. шк., 2001. – 343 с.
100. **Сотников, И. Б.** Взаимодействие станций и участков железных дорог [Текст] / И. Б. Сотников. – М. : Транспорт, 1976. – 268 с.

101. СП 37.13330.2012. Промышленный транспорт. Актуализированная редакция СНиП 2.05.07-91. Строительные нормы и правила. Промышленный транспорт [Текст]. – М. : Промтрансниипроект, 1996. – 95 с.
102. **Стефаненко, М. Н.** Моделирование работы грузовых фронтов на подъездном пути [Текст] / М. Н. Стефаненко // Вестник ВНИИЖТ. – 1968. – № 1. – С. 14-17.
103. **Стефаненко, М. Н.** Моделирование работы грузовых фронтов на подъездном пути [Текст] / М. Н. Стефаненко // Вестник ВНИИЖТ. – 1968. – № 7. – С.43-54.
104. СТО РЖД 08.013.2011. Стандарт ОАО «РЖД». Инновационная деятельность в ОАО «РЖД». Общие положения. (утв. и введен в действие распоряжением ОАО «РЖД» от 26.06.2012 № 1267 р) [Электронный ресурс] // Консультант. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=537983>.
105. Стратегия инновационного развития ОАО «Российские железные дороги» на период до 2015 года (Белая книга ОАО «РЖД») (утв. ОАО «РЖД») [Электронный ресурс] // Консультант. – Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=547322>.
106. **Ташпулатов, Ш. Т.** Исследования оптимальных приоритетов при выполнении маневровых операций на грузовых станциях [Текст] : автореф. дис.канд. техн. наук : 05.22.08 / Ташпулатов Ш. Т. – М., 1974. – 24 с.
107. **Телегина, В. А.** Проблемы взаимодействия магистрального и промышленного железнодорожного транспорта [Текст] / В. А. Телегина // Управление перевозками и транспортная логистика : межвуз. сб. науч. трудов. – 2005. – С. 23-27.
108. **Телегина, В. А.** Проблемы взаимодействия магистрального и промышленного железнодорожного транспорта [Текст] / В. А.

- Телегина // Инновационные технологии - транспорту и промышленности. – 2007. – Т.2. – С. 50-52.
109. **Тишкин, Е. М.** Расчет очередности обслуживания грузовых фронтов на станции [Текст] / Е. М. Тишкин, С. А. Филипченко, В. А. Макаров, А.Н. Феофилов // Вестник ВНИИЖТ. – 1999. № 5. – С. 29-31.
 110. **Турсунбаева, Н. К.** Совершенствование технологии взаимодействия грузовой станции и подъездных путей предприятий [Текст] : автореф. дисс. канд. тех. наук: 05.22.08 / Турсунбаева Нишаной Камильжановна. – Ташкент, 1993. – 24 с.
 111. **Уманский, В. И.** Управление местной работой в интеллектуальных станционных системах [Текст] / В. И. Уманский, В. М. Макаров, С. И. Долганюк // Вестник ВНИИЖТ . – 2013. – № 5. – С. 16-21.
 112. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте: Учебник для студентов вузов ж.-д. транспорта. В 2-х томах. Т.1 [Текст] / Под ред. В. И. Ковалева и А. Т. Осьминина – М. : ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2009. – 263 с.
 113. **Усков, Н. С.** Направления взаимодействия промышленного и магистрального транспорта [Текст] / Н. С. Усков // Промышленный транспорт. – 1972. – № 7. – С. 8-10.
 114. Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации : Федер. закон [Текст] : [принят Гос. Думой 24 декабря 2002 г. : одобр. Советом Федерации 27 декабря 2002 г.]. – [4-е изд.]. – М. : Книга Сервис, 2003.
 115. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] // Информационный портал. – Режим доступа : http://gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/economydevelopment/#

116. **Феофилов, А. Н.** Математические основы оптимального управления маневровой работой на грузовой станции по критерию минимизации эксплуатационных расходов [Текст] / А. Н. Феофилов // Вестник ВНИИЖТ. – 2013. - № 3. – С. 49-54.
117. **Ферапонтов, Г. В.** Железнодорожные подъездные пути необщего пользования [Текст] / Г. В. Ферапонтов. – М. : Трансжелдориздат, 1958. – 227 с.
118. Финансовая отчетность по международным стандартам [Электронный ресурс] // Показатели и отчетность РЖД. – Режим доступа:http://ir.rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=32&layer_id=3290&id=345.
119. **Ющенко, Н. Р.** Выбор оптимального варианта организации маневровой работы грузовых станций на основе методов линейного программирования [Текст] / Н. Р. Ющенко, М. Н. Бакалов // Труды ДИИТ. –1966. – № 61. – С. 215.
120. **Яневич, В. З.** Использование метода статистического моделирования для расчета исходных данных при анализе работы станций и подъездных путей [Текст] / В. З. Яневич, В. П. Ильяшенко // Труды ДИИТ. – 1975. – № 174. – С. 13-22.

Листинг программы

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
namespace ConsoleApplication5
{
    class Program
    {
        static void Main(string[] args)
        {
            double TotalCost;
            Console.WriteLine("Выберите вариант обслуживания
рассматриваемого ПНП и нажмите далее: 1 - подача вагонов; 2 - уборка
вагонов; 3 - совмещение");
            string Application = Console.ReadLine();
            string Option = Application;
            double Option1 = double.Parse(Application);
            DateTime date1 = new DateTime(2014, 9, 15, 00, 00, 00);
            DateTime date2 = DateTime.Now;
            TimeSpan date3 = date1 - date2;
            double date4 = date3.TotalHours;
            double date5 = Math.Floor(date4/24);
            double Q;
            double w;
            if (date4 > 0)
            {
                Q = 0;
                Console.WriteLine("Ущерб равен {0}; срок доставки истекает через
{1} ч.", Q, Math.Round(date4,2));
            }
            else
            {
                Q=-(0.09*date5*w);
                if (Q > w)
                {

```

```

        Q = w;
        Console.WriteLine("Штраф за просрочку доставки равен {0}", w);
    }
    else
    {
        Console.WriteLine("Штраф за просрочку доставки равен {0} руб.",
Q);
    }
}
Console.ReadKey();
double D = 10.5;
DateTime date6 = DateTime.Now;
double date7 = date6.Hour;
double E = date7;
Random rand = new Random ();
double date10;
date10 = rand.Next(2,10);
double TimeFiling = (90/60);
Console.WriteLine("{0}", TimeFiling);
double TimeSortingPark = 12;
double F = date10;
double G = D + F;
double H = E - G;
double J = 17;
double L = 1;
double K;
if (F == 0)
{
    K = 0;
    Console.WriteLine("Ущерб равен {0} руб.", K);
}
else
{
    if (H > 0)
    {
        K = 0.2 * 100 * J * H * L;
        Console.WriteLine("Штраф за задержку подачи вагонов равен {0}
руб.", K);
    }
}

```

```

else
{
    K = 0;
    Console.WriteLine("Ущерб равен {0} руб.; задержка подачи
вагонов возникнет через {1} ", K, -(H));
}
}
Console.ReadKey();
double date11;
date11 = rand.Next(2,6);
double M = 11.5;
double N = date11;
double O = M + N;
double P = E - O;
double TimeClean = (120 / 60);
double R = 25;
double S;
if (P < 0)
{
    S = 0;
    Console.WriteLine("Ущерб равен {0}; задержка уборки вагонов
возникнет через {1} ч.", S, -(O));
}
else
{
    S = 0.2 * 100 * P * R * L;
    Console.WriteLine("Штраф за задержку уборки равен {0} руб.", S);
}
Console.ReadKey();
double CostWaiting;
double CostShunting;
double CostVag = 10.54;
double CostLok = 1387;
if (Option1 == 1)
{
    CostWaiting = J*TimeSortingPark*CostVag;
    CostShunting = CostLok * TimeFiling;
    TotalCost = Q +K+CostWaiting+CostShunting;
}

```

```

        Console.WriteLine("Суммарные Ущерб грузовой отправки равны {0}
руб.", TotalCost);
    }
    if (Option1 == 2)
    {
        CostWaiting = R * M * CostVag;
        CostShunting = CostLok * TimeClean;
        TotalCost = S+CostWaiting+CostShunting;
        Console.WriteLine("Суммарный Ущерб грузовой отправки равен {0}
руб.", TotalCost);
    }
    if (Option1==3)
    {
        CostWaiting =CostVag*(J*TimeSortingPark+R * M );
        CostShunting =CostLok*(TimeFiling+TimeClean);
        TotalCost=Q+R+S;
        Console.WriteLine("Суммарные Ущербы равны: {0}", TotalCost);
    }
    Console.ReadKey();

}
}
}

```

Арбитражное дело



415_2645805

**АРБИТРАЖНЫЙ СУД СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

620075 г. Екатеринбург, ул. Шарташская, д.4,
www.ekaterinburg.arbitr.ru e-mail: A60.mail@arbitr.ru

**Именем Российской Федерации
РЕШЕНИЕ**

г. Екатеринбург
17 сентября 2012 года

Дело №А60-33886/2012

Резолютивная часть решения объявлена 13 сентября 2012 года.
Полный текст решения изготовлен 17 сентября 2012 года.

Арбитражный суд Свердловской области в составе судьи М.Г. Усовой, при ведении протокола судебного заседания помощником судьи Н.С. Изотовой, рассмотрел в судебном заседании дело по иску Общества с ограниченной ответственностью "Газпромтранс" Сургутский филиал (ИНН 7728262893, ОГРН 1027728000871) к Открытому акционерному обществу "Российские железные дороги" в лице филиала Свердловская железная дорога (ИНН 7708503727, ОГРН 1037739877295) о взыскании 3 637 640 руб. 00 коп.,

при участии в судебном заседании:

от истца: Е.В. Старкин, представитель по доверенности № 007/10 от 01.01.2010 г.,

от ответчика: А.Г.Лагунова, представитель по доверенности № 46/12-НЮ от 13.08.2012г.

Лицам, участвующим в деле, процессуальные права и обязанности разъяснены. Отводов составу суда не заявлено.

22 июня 2012 года общество с ограниченной ответственностью "Газпромтранс" Сургутский филиал (далее – ООО «Газпромтранс», истец) обратилось в арбитражный суд с исковым заявлением о взыскании с открытого акционерного общества "Российские железные дороги" в лице филиала Свердловская железная дорога (далее – ОАО «РЖД», ответчик) пени за нарушение срока доставки груза и штрафа за задержку вагонов на пути необщего пользования в размере 15 729 844 руб. 38 коп.

Дело принято к производству определением Арбитражного суда Свердловской области от 25.06.2012г. (№ А60-27295/2012).

Определением Арбитражного суда Свердловской области от 10.08.2012 г. требование ООО «Газпромтранс» о взыскании штрафа за задержку вагонов на пути необщего пользования в размере 3 637 640 руб. 00 коп. выделено в отдельное производство. Делу присвоен номер А60-33886/2012.

Также истцом заявлено ходатайство о приобщении к материалам дела решений Арбитражного суда Свердловской области от 23.07.2012 г. № А60-15746/2012 и от 13.11.2007 г. № А60-19379/2007-С3. Ходатайство судом рассмотрено в соответствии со ст.ст. 41, 65, 136 Арбитражного процессуального кодекса Российской Федерации и удовлетворено, судебные акты приобщены к материалам дела.

Основанием для обращения истца в арбитражный суд с настоящим требованием послужило нарушение ответчиком условий договора № 8/69/6000214 от 21.09.2005 г. в период с июня 2011 г. по сентябрь 2011 г., а именно: допущена задержка приемки вагонов с железнодорожных путей необщего пользования, в связи с чем ООО «Газпромтранс» начислил ответчику штраф в размере 3 637 640 руб. 00 коп.

Ответчик в судебном заседании заявил об оставлении иска без рассмотрения в связи с несоблюдением претензионного порядка урегулирования спора.

Ответчик возражает против предъявленных требований, указывая, что основания для привлечения к ответственности перевозчика отсутствуют, поскольку в нарушение ст. 119 Устава железнодорожного транспорта истцом не представлен коммерческий акт, подтверждающий факт непередачи перевозчиком груза на железнодорожный путь необщего пользования в течение 24 часов после оформления документов о выдаче груза.

Ответчик полагает, что поскольку условиями договора № 8/69/6000214 от 21.09.2005 г. не предусмотрены сроки подачи и уборки вагонов ОАО «РЖД» имеет право в любой момент производить как подачу так и уборку вагонов.

В судебном заседании ответчиком заявлено ходатайство о снижении размера штрафа за задержку уборки вагонов с путей необщего пользования на основании ст. 333 Гражданского кодекса Российской Федерации ввиду явной несоразмерности подлежащего уплате штрафа последствиям нарушения обязательства.

В судебном заседании истец заявил ходатайство о приобщении возражений на отзыв. Ходатайство судом рассмотрено в соответствии со ст.ст. 41, 65, 136 Арбитражного процессуального кодекса Российской Федерации и удовлетворено.

Рассмотрев материалы дела, заслушав представителей сторон, арбитражный суд

УСТАНОВИЛ:

Между Открытым акционерным обществом «Российские железные дороги» и Обществом с ограниченной ответственностью «Газпромтранс» 21.09.2005 заключен договор № 8/69/6000214 на эксплуатацию

железнодорожного пути необщего пользования, в соответствии с условиями которого ответчик обязан оказывать услуги по подаче-уборке вагонов истца с железнодорожного пути необщего пользования, принадлежащего истцу на железнодорожные пути общего пользования станции Сургут.

В соответствии с п.п. 6, 7 договора о готовности вагонов к сдаче с железнодорожного пути необщего пользования истец передает уведомление ответчику (грузовому диспетчеру станции Сургут) по телефону не позднее, чем за два часа до передачи вагонов, с последующим письменным подтверждением.

В силу пункта 3.7 Правил эксплуатации и обслуживания железнодорожных путей необщего пользования, утвержденных приказом МПС РФ №26 от 18.06.2003, сроки на уборку вагонов устанавливаются на основании технологии работы станции примыкания и железнодорожного пути необщего пользования и предусматриваются в договорах на подачу и уборку вагонов. Такой срок исчисляется с момента передачи уведомления о завершении грузовой операции, но не менее чем через 2 часа после его приема, с последующим письменным подтверждением владельцем, пользователем или контрагентом железнодорожного пути необщего пользования.

По смыслу положений пунктов 3.4 - 3.6 Правил эксплуатации железнодорожных путей двухчасовой минимальный период между приемом уведомления о готовности вагонов к уборке и фактической уборкой вагонов локомотивом перевозчика необходим для технической подготовки перевозчика к уборке вагонов после фактического завершения грузовой операции грузополучателем (грузоотправителем).

В июне-сентябре 2011 года в соответствии с условиями договора истец уведомлял ответчика (грузового диспетчера станции Сургут Свердловской железной дороги) о завершении грузовых операций и передаче собственных вагонов на выставочные пути, что подтверждено уведомлениями о завершении грузовых операций и передаче вагонов на выставочный путь, представленными в материалы дела.

После передачи уведомления, ответчик допустил задержку передачи вагонов, прибывших в июне-сентябре 2011г. с пути необщего пользования на путь общего пользования.

Факт задержки уборки вагонов в июне – сентябре 2011 г. свыше сроков, установленных п. 6 договора от 21.09.2005 № 8/69/6000214 подтверждается представленными в материалы дела уведомлениями о завершении грузовых операций, ведомостями подачи и уборки вагонов, актами общей формы.

В соответствии со ст.100 Устава железнодорожного транспорта Российской Федерации за задержку по вине перевозчика уборки вагонов с мест погрузки и выгрузки грузов на железнодорожных путях необщего пользования или с железнодорожных выставочных путей в случае, если уборка вагонов осуществляется локомотивами перевозчика, либо за задержку по вине перевозчика приема вагонов с железнодорожных путей необщего пользования перевозчик уплачивает грузоотправителю, грузополучателю штраф в размере 0,2 размера минимального размера оплаты труда за каждый час задержки каждого вагона. Штраф начисляется за все время задержки с момента

нарушения предусмотренных соответствующими договорами сроков подачи, уборки вагонов.

В соответствии со ст. 119 Устава железнодорожного транспорта Российской Федерации обстоятельства, являющиеся основанием для возникновения ответственности перевозчика, грузоотправителя (отправителя), грузополучателя (получателя), других юридических лиц или индивидуальных предпринимателей, а также пассажира при осуществлении перевозок пассажиров, грузов, багажа, грузобагажа железнодорожным транспортом, удостоверяются коммерческими актами, актами общей формы и иными актами.

Коммерческий акт по требованию грузополучателя составляется, в том числе для удостоверения факта непередачи перевозчиком груза на железнодорожный путь необщего пользования в течение двадцати четырех часов после оформления документов о выдаче груза.

Направленные истцом в адрес ответчика претензии №230426/С/11 на сумму 453160 руб., 246249/С/11 на сумму 649600 руб., № 253775/С/11 на сумму 1 580 040 руб., 264637/С/11 на сумму 954840 руб. о взыскании штрафа за нарушение срока подачи вагонов на выставочные пути, оставлены перевозчиком без удовлетворения.

При изложенных обстоятельствах суд признал требование о взыскании штрафа за непередачу перевозчиком груза на железнодорожный путь общего пользования в течение двадцати четырех часов после оформления документов в размере 3 637 640 руб. обоснованным и подлежащим удовлетворению. Расчет суммы штрафа ответчиком не оспорен.

То обстоятельство, что условия о сроках на подачу и уборку вагонов на железнодорожный путь необщего пользования договором № 8/69/6000214 от 21.09.2005г. сторонами не согласованы, не может означать, что перевозчик имеет право в любой момент производить подачу или уборку вагонов, принадлежащих истцу на праве собственности, а следовательно, свидетельствовать об отсутствии со стороны ответчика факта задержки подачи или уборки вагонов и освобождения тем самым от ответственности за такую задержку.

Ссылка ответчика на ст. 119 Устава железнодорожного транспорта в части составления коммерческого акта является необоснованной, поскольку коммерческий акт составляется для удостоверения (в том числе) непередачи перевозчиком груза на железнодорожный путь необщего пользования в течение двадцати четырех часов после оформления документов о выдаче груза, то есть в случае отсутствия самого факта передачи груза при осуществлении его перевозки в соответствии с договором перевозки груза.

В статье 2 Устава железнодорожного транспорта сформулировано понятие груза, под которым понимается объект (в том числе изделия, предметы, полезные ископаемые, материалы, сырье, отходы производства и потребления), принятый в установленном порядке для перевозки в грузовых вагонах, контейнерах.

Ответственность за просрочку доставки груза предусмотрена ст. 97 Устава железнодорожного транспорта.

Статьей 119 Устава железнодорожного транспорта установлен перечень случаев при наступлении которых должен составляться коммерческий акт. В остальных случаях согласно абз. 26 ст. 119 Устава железнодорожного транспорта для удостоверения иных не предусмотренных данной статьей обстоятельств оформляются акты общей формы и другие акты.

Учитывая, что истцом заявлено требование о взыскании штрафа, основанное на обстоятельствах, определенных ст. 100 Устава железнодорожного транспорта, отсутствие коммерческих актов или заявлений об их составлении не может являться основанием для освобождения ответчика от ответственности за задержку в подаче (уборке) вагонов.

С учетом изложенного, суд, оценив в совокупности и взаимосвязи имеющиеся в деле доказательства (ст. 71 Арбитражного процессуального кодекса Российской Федерации), установив факт задержки уборки спорных вагонов, пришел к выводу о наличии правовых оснований для удовлетворения исковых требований в размере 3 637 640 руб.

Ссылка ответчика о применении ст. 333 Гражданского кодекса Российской Федерации арбитражным судом отклоняется ввиду необоснованности данного ходатайства, поскольку доказательств явной несоразмерности неустойки последствиям нарушения обязательства ответчиком не представлено в нарушение ст. 65 Арбитражного процессуального кодекса Российской Федерации.

В соответствии со ст. 333 Гражданского кодекса Российской Федерации если подлежащая уплате неустойка явно несоразмерна последствиям нарушения обязательства, суд вправе уменьшить неустойку.

Согласно пункту 1 Постановления Пленума Высшего Арбитражного Суда Российской Федерации от 22.12.2011 № 81 «О некоторых вопросах применения статьи 333 Гражданского кодекса Российской Федерации» при обращении в суд с требованием о взыскании неустойки кредитор должен доказать неисполнение или ненадлежащее исполнение обязательства должником, которое согласно закону или соглашению сторон влечет возникновение обязанности должника уплатить кредитору соответствующую денежную сумму в качестве неустойки (пункт 1 статьи 330 ГК РФ). Соразмерность неустойки последствиям нарушения обязательства предполагается.

При этом ответчик должен представить доказательства явной несоразмерности неустойки последствиям нарушения обязательства, в частности, что возможный размер убытков кредитора, которые могли возникнуть вследствие нарушения обязательства, значительно ниже начисленной неустойки.

Ответчик задержал вагоны на путях необщего пользования. Простой вагонов составлял в спорный период от 10 до 63 часов.

В соответствии с вышеуказанными разъяснениями Пленума ВАС РФ установлена презумпция соразмерности неустойки последствиям нарушения обязательства, которую должен опровергнуть ответчик, заявляя соответствующее ходатайство.

Однако ответчик не представил никаких доказательств явной несоразмерности неустойки последствиям нарушения обязательства (ч. 1 ст. 65 Арбитражного процессуального кодекса Российской Федерации).

При таких обстоятельствах ходатайство ответчика о применении ст. 333 Гражданского кодекса Российской Федерации удовлетворению не подлежит, неустойка подлежит взысканию в полном объеме.

Довод ответчика о несоблюдении претензионного порядка ввиду приложения к претензии документов на электронном носителе судом отклоняется, поскольку действующим законодательством (п. 2 ст. 160, п. 2 ст. 434 Гражданского кодекса Российской Федерации, ч. 3 ст. 75 Арбитражного процессуального кодекса Российской Федерации и условиями заключенного между сторонами договора об электронном обмене документами № 8.7-118 от 21.12.2010г. предусмотрена возможность оформления перевозочных документов в электронном виде.

В соответствии со ст.110 Арбитражного процессуального кодекса Российской Федерации расходы истца по оплате государственной пошлины относятся на ответчика и подлежат взысканию в размере 41 188 руб. 20 коп.

На основании изложенного, руководствуясь ст. 110, 167-170, 171 Арбитражного процессуального кодекса Российской Федерации, арбитражный суд

РЕШИЛ:

1. Исковые требования удовлетворить.
2. Взыскать с открытого акционерного общества "Российские железные дороги" (ИНН 7708503727, ОГРН 1037739877295) в пользу общества с ограниченной ответственностью "Газпромтранс" (ИНН 7728262893, ОГРН 1027728000871) 3 637 640 руб. 00 коп. штрафа.
3. Взыскать с открытого акционерного общества "Российские железные дороги" (ИНН 7708503727, ОГРН 1037739877295) в пользу общества с ограниченной ответственностью "Газпромтранс" (ИНН 7728262893, ОГРН 1027728000871) в возмещение расходов по уплате государственной пошлины, понесенных при подаче иска, денежные средства в сумме 41 188 руб. 20 коп.
4. Решение по настоящему делу вступает в законную силу по истечении месячного срока со дня его принятия, если не подана апелляционная жалоба. В случае подачи апелляционной жалобы решение, если оно не отменено и не изменено, вступает в законную силу со дня принятия постановления арбитражного суда апелляционной инстанции.

Решение может быть обжаловано в порядке апелляционного производства в Семнадцатый арбитражный апелляционный суд в течение месяца со дня принятия решения (изготовления его в полном объеме).

Апелляционная жалоба подается в арбитражный суд апелляционной инстанции через арбитражный суд, принявший решение. Апелляционная жалоба также может быть подана посредством заполнения формы, размещенной на официальном сайте арбитражного суда в сети «Интернет» <http://ekaterinburg.arbitr.ru>.

В случае обжалования решения в порядке апелляционного производства информацию о времени, месте и результатах рассмотрения дела можно получить на интернет-сайте Семнадцатого арбитражного апелляционного суда <http://17aas.arbitr.ru>.



**ФИЛИАЛ ОАО «РЖД»
ЦЕНТРАЛЬНАЯ ДИРЕКЦИЯ
УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ**

**СТРУКТУРНОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНАЯ ДИРЕКЦИЯ
УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ**

Калинина ул., 66,
г. Хабаровск, 680000,
тел.: (4212) 38-46-65, 38-52-23

«26» 09.2014 г. № 7460/2014-Д

На № _____ от _____

**Акт
о внедрении результатов
диссертационных исследований**

В дирекции управления движением ДВЖД рассмотрена методика определения времени, в течение которого станции должны в соответствии с договорами подавать и убирать вагоны на пути необщего пользования, которой до сих пор не существовало. Методика предложена аспирантом Дальневосточного государственного университета путей сообщения Гарлицким Евгением Игоревичем в рамках диссертационных исследований на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.08 «Управление процессами перевозок»

Разработанная методика расчета договорного времени ожидания подачи и уборки вагонов на пути необщего пользования учитывает особенности технологии работы станций примыкания и путей необщего пользования и их техническое оснащение, и будет принята к использованию при разработке и утверждении договоров на эксплуатацию железнодорожных путей необщего пользования и договоров на подачу и уборку вагонов.

Заместитель начальника Дальневосточной
дирекции управления движением



Н.А.Дмитрук